

HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA HYDROGRAPHICA ET
PROTISTOLOGICA

EDITORES:

Gunnar Alm Drottningholm	U. d'Ancona Padova	Kaj Berg København	E. Fauré-Fremiet Paris
Fr. Gessner München	H. Järnefelt Helsinki	G. Marlier Congo-belge	
C. H. Mortimer Millport	P. van Oye Gent	W. H. Pearsall London	K. Ström Oslo
M. Uéno Kyoto	N. Wibaut-Isebree Moens Amsterdam	W. R. Taylor Ann Arbor	

Secretary: Prof. Dr. P. van Oye
St. Lievenslaan 30 Gent Belgium



HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Hydrography and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains reviews of recent books and papers.

Four numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binominal nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of text-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — AHLSTROM (1934); in the references - AHLSTROM, E. H., 1934. Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text - HARVEY (1945); in the references - HARVEY, H. W.: Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

- | | |
|--------------|---|
| <u>=====</u> | CAPITALS, e.g. for headlines; preferably <i>not</i> in the text. |
| <u>~~~~~</u> | or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. <i>all</i> names of persons, both in the text and in the references. |
| <u>—————</u> | heavy type , e.g. for sub-titles; preferably <i>not</i> in the text. |
| <u>~~~~~</u> | or straight red line: <i>italics</i> , e.g. <i>all</i> Latin names of plants and animals, except those in lists and tables. |
| <u>-----</u> | s p a c e d t y p e. |

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

Books and reprints are to be sent to the secretary directly.

Contributions to the comparative physiology and genetics of the European Salmonidae

II. Physiologie et génétique du développement embryonnaire

par

J. T. SPAAS ¹⁾ & M. J. HEUTS

Institut Agronomique de l'Université, Laboratoire de Génétique
générale, Louvain, Belgique.

Cette deuxième contribution se limite à l'étude détaillée du développement embryonnaire sous les points de vue mentionnés dans l'introduction générale (SPAAS, 1958). Elle relate les recherches faites chez les formes pures et leurs hybrides réciproques au sujet de la mortalité, de la vitesse de développement, de la vitesse de croissance et de la consommation d'oxygène. Les dernières mesures s'étendront quelque peu sur le début du stade larvaire.

Toutes les mesures ont été faites à plusieurs températures constantes, sauf la consommation d'oxygène, qui n'a été mesurée qu'à une seule température.

Nous exprimons toute notre gratitude à M. F. STERCKX, Ingénieur Agronome, pour son aide très appréciable au cours de ces recherches.

MATERIEL

Des saumons et des truites de mer furent capturés dans les rivières T a y et D e e et des truites communes aux „Howietoun Fisheries” en Ecosse. Ces poissons furent rassemblés dans le Gatty Marine Laboratory de l'Université de St. Andrews.

¹⁾ Adresse actuelle: Station de recherches piscicoles de l'INEAC, Kipopo, Elisabethville, Congo Belge.

Les saumons et les truites communes étaient prêts à pondre. Il fut injecté, aux femelles des truites de mer, 500 unités internationales de gonadotropine, à deux reprises, à l'intervalle de 24 heures. La maturation survint ainsi 24 heures après la dernière injection pour les poissons soumis à la température de 12°5 C. Les injections intramusculaires et intrapéritonéales eurent le même effet.

Les croisements furent exécutés suivant les techniques habituelles de fécondation artificielle (HUET, 1952) d'après le Tabl. I.

TABLEAU 1
Croisements entre les 3 Salmonides

Mâles	Femelles		
	S. salar	S. tr. trutta	S. tr. fario
S. salar	salar	trutta × salar	fario × salar
S. tr. trutta	salar × trutta	trutta	fario × trutta
S. tr. fario	salar × fario	trutta × fario	fario

Chaque groupe d'oeufs fut emballé séparément et transporté dans les 24 heures après la fécondation, par avion, au Laboratoire de l'Institut Agronomique de Louvain. Les pertes ne dépassèrent pas 0,5 %.

METHODES

1°) L'incubation se fit aux températures constantes: 4°, 7°8, 9°3, 10°6 et 12°5 C. Chaque groupe d'oeufs fut donc reparti en cinq lots, de façon que les neuf groupes soient représentés en même densité par unité de surface dans les cinq milieux.

De la fécondation à l'approche de l'éclosion, les oeufs furent placés sur des grilles en verre suspendues dans les bacs à température constante. Chaque bac contenait ainsi les neuf groupes de croisements, séparés par des cloisons en bois de 1,5 cm de haut.

Peu avant l'éclosion, les différents lots d'oeufs furent transférés dans des aquariums en verre. Ceux-ci furent groupés dans des bacs maintenus à la même température constante que la température initiale des essais.

Un thermomètre — thermostat placé dans le bac commun, pour les oeufs, ou dans un des aquariums, dès le début de l'éclosion, réglait la température à un dixième de degré près. Une répartition égale de la température fut obtenue à l'aide d'air comprimé et, dans le dernier cas, en provoquant une circulation intense de l'eau non seulement dans les aquariums mais aussi alentour.

L'eau fut régulièrement renouvelée à des intervalles différents se-

lon la température et le stade de développement des oeufs et des larves.

Le nombre d'oeufs par lot était de 200 ou 400 pour les croisements où la mère était respectivement une truite ou un saumon. Les lots de 400 furent dédoublés et occupèrent deux compartiments ou deux aquariums.

2°) Le contrôle de la mortalité au moment même de l'éclosion. Elle s'exprime par le rapport du nombre d'alevins vivants au nombre initial d'oeufs.

3°) La durée de l'incubation est le nombre moyen de jours qu'il a fallu pour l'éclosion des oeufs d'un même lot. L'inverse de cette moyenne ($1/\text{durée}$) donne la vitesse du développement.

4°) La vitesse de croissance globale pendant la période embryonnaire est le rapport entre la longueur standard, — début de la tête jusqu'à la base médiane de la caudale —, de 10 larves à l'éclosion, et la durée de l'incubation. Elle s'exprime en mm/jour.

La mesure se fait de la façon suivante; dix larves prélevées au hasard dans un lot sont anesthésiées à la température expérimentale par un solution à 1,25 % d'uréthane et immédiatement mesurées à l'aide d'un vernier avec nonius.

Toutes les larves écloses à une même température furent mesurées le même jour, donc au même âge par rapport à la fécondation. Elles étaient donc d'âge différent par rapport à la date moyenne d'éclosion.

5°) Le métabolisme fut mesuré par la consommation d'oxygène dans des conditions extérieures rigoureusement constantes et chez des organismes au repos. Cette consommation est exprimée en millilitres d'oxygène, prélevés dans un litre d'eau s'écoulant en une heure, à une température constante.

La méthode fut décrite dans l'étude précédente de cette série (SPAAS, 1958).

Pour cette expérience, les oeufs ou les larves furent placés par 50 ou 25 dans les chambres de respiration. L'eau traversant ces chambres sortait du bac contenant les lots mis à $10^{\circ}6$ C. La température et, dans une large mesure, les autres conditions physiques et chimiques restèrent donc les memes durant la durée des mesures. C'est ainsi que la température à la sortie des chambres resta toujours de $10^{\circ}6$ C.

Les larves furent maintenues dans l'obscurité, sans qu'aucune autre mesure (anesthésies) ne soit prise pour les forcer au repos.

Pour être complet nous aurions dû prélever l'embryon de l'oeuf, le débarrasser, ainsi que les larves, du sac embryonnaire et le nettoyer de toute substance étrangère à l'organisme. Vu l'impossibilité de cette pratique, nous n'avons pu tenir compte du poids des embryons et des alevins et, comme base de comparaison, nous avons dû choisir l'unité de volume (mm³) pour les oeufs et l'unité de longueur (mm) pour les alevins. De plus, nous avons communiqué la consommation

d'oxygène, en ne faisant intervenir ni le volume des oeufs, ni la longueur des alevins.

Dans le texte, les tableaux et les figures, nous adoptons les abréviations suivantes. Pour les formes pures: *salar*, *trutta* et *fario* indiquant *S. salar*, *S. trutta trutta* et *S. trutta fario*. Pour les hybrides la forme maternelle précèdera toujours la forme paternelle.

RESULTATS

A. Les formes pures:

1. La vitesse de développement.

La vitesse de développement est exprimée en fonction de la température, à la fig. 1. Rappelons qu'elle est l'inverse de la durée du développement à chaque température.

Les logarithmes des vitesses de développement ont été ensuite portés en graphique, en fonction des inverses de la température absolue.

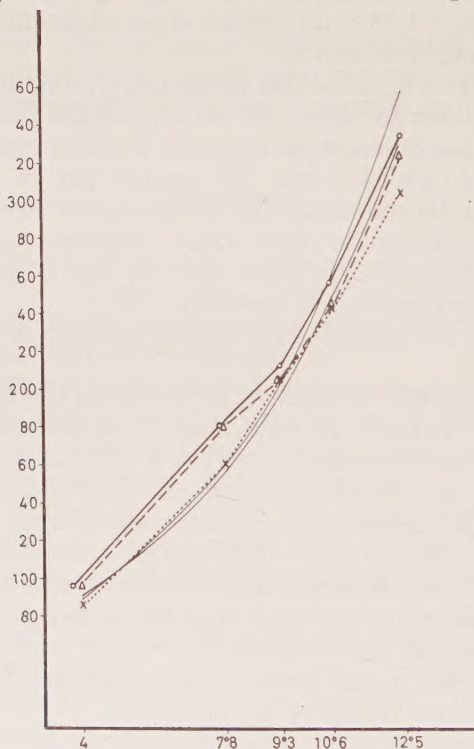


Fig. 1. En traits pleins: vitesses de développement réelles de *salar* (×), de *trutta* (Δ) et de *fario* (o). En traits fins: vitesses de développement théoriques (nucléaires); courbe inférieure: *salar*; courbe supérieure: *trutta* et *fario*.

Les données ne s'alignent pas sur une droite, mais elles semblent serpenter d'une façon plus au moins sinusoïdale autour d'une droite. On fixe cette droite plus ou moins empiriquement, et l'on calcule la constante d'ARRHENIUS qui s'applique¹⁾. Nous avons choisi $\mu = 26.049$ pour *fario* et *trutta*, et $\mu = 24.111$ pour *salar*. Le bien fondé de ce choix apparaîtra plus loin.

Les valeurs théoriques ainsi obtenues, et rapportées à des températures ordinaires, nous donnent des courbes que nous appellerons théoriques. Ces courbes théoriques ainsi que les courbes réelles sont représentées dans la fig. 1.

Des courbes théoriques et des valeurs de μ nous pouvons déduire

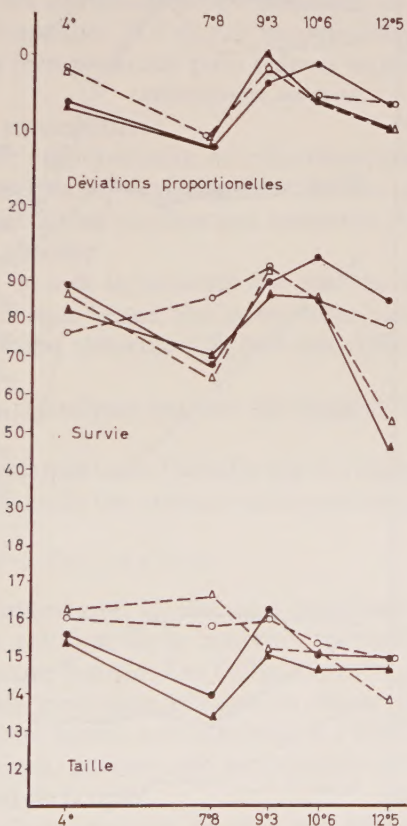


Fig. 2. Déviations proportionnelles, survie et taille à l'éclosion de *fario* (—●—), de *trutta* (—▲—), de *fario* × *trutta* (—○—) et de *trutta* × *fario* (—△—).

¹⁾. La constante d'Arrhenius se calcule par la formule: $\mu = 4,6 \frac{\log k_1 - \log k_2}{1/T_1 - 1/T_2}$

d'abord que la vitesse de développement du saumon est moins accélérée par une hausse de la température, que celle des truites. En outre, la comparaison des courbes réelles et théoriques, fait ressortir l'existence de déviations théoriques négatives et positives des valeurs réelles par rapport aux valeurs théoriques.

Ces déviations sont petites pour *salar*, plus grandes pour *fario* et plus grandes encore pour *trutta*. Remarquons finalement qu'à certaines températures, notamment aux points où les courbes réelles et théoriques se coupent, les déviations deviennent zéro. Pour *salar*

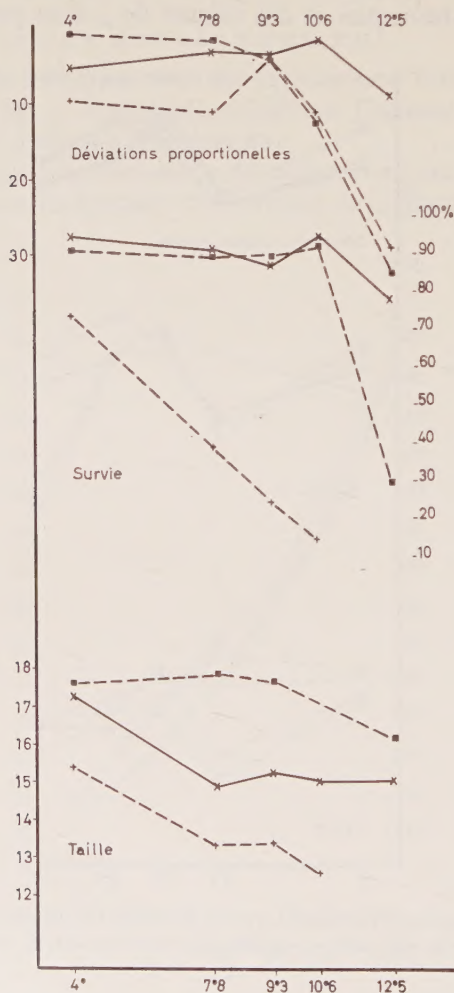


Fig. 3. Déviations proportionnelles, survie et taille à l'éclosion de *salar* (—×—), de *salar* × *trutta* (—■—) et de *trutta* × *salar* (—+—),

ces points se trouvent vers $10^{\circ}4$ et $4^{\circ}5$, pour *trutta* vers $9^{\circ}3$ et 4° et pour *fario* vers 10° C. et également vers 4° , comme pour *trutta*.

Ces déviations, reprises à la fig. 2, pour *trutta* et *fario*, et à la fig. 3, pour *salar*, ne sont pas exprimées en valeurs absolues mais en proportionnalités. La différence entre les deux valeurs quelque soit le signe, à une température donnée et pour chaque forme, a été divisée par la valeur théorique correspondante.

2. La mortalité embryonnaire.

Les fig. 2 et 3 représentent le pourcentage d'éclosion de chaque forme en fonction de la température. La ressemblance de ces courbes avec les courbes des déviations proportionnelles de la vitesse de développement est frappante. Il s'en suit un parallélisme qui est parfait pour *fario*, encore bien prononcé pour *salar* et un peu moins bon pour *trutta*.

Nous pouvons en conclure:

1°) La mortalité embryonnaire est rigoureusement déterminée, à chaque température par les déviations des vitesses réelles de développement par rapport à une accélération constante établie en fonction de la température absolue.

2°) Les valeurs de μ et le parcours des courbes théoriques ont été bien choisis pour chaque forme, sauf pour *trutta*. Cette dernière forme doit avoir une courbe théorique légèrement différente de celle de *fario*.

3°) Les courbes théoriques ont une signification bien réelle et bien déterminée.

Remarquons finalement que l'échelle des déviations proportionnelles est de deux fois celle des survies embryonnaires.

3. La taille à l'éclosion.

Remarquons d'abord que la longueur standard, en mm, n'a été mesurée qu'après éclosion de la majorité des oeufs de tous les lots, pour une température donnée. Les tailles mesurées ne correspondent donc pas aux tailles moyennes à l'éclosion et cela pour deux raisons:

1°) Les premières larves ont continué à s'accroître pendant les jours d'attente, ce qui, surtout aux températures élevées, donne lieu à une surestimation de la taille.

2°) Les échantillons mesurés ne sont pas nécessairement représentatifs, puisque au moment de la mesure, toutes les larves n'étaient pas encore sorties de l'oeuf. Si maintenant les tailles individuelles sont fonction des durées individuelles de développement, ce qui est probable, les valeurs moyennes obtenues ne sont plus exactes.

Toutefois il existe un certain parallélisme entre les tailles et les

déviations proportionnelles représentées par les courbes des figures 2 et 3. Ce parallélisme est plus frappant encore, si l'on tient compte du fait que les mesures aux températures élevées sont sûrement exagérées.

Remarquons finalement que les courbes des déviations, de survie, et des tailles sont toutes caractérisées par deux sommets dont l'un est situé vers 4° C., et l'autre vers 9°3 C. Il est donc plus que probable que la taille (c.à.d. la vitesse de croissance pendant le développement embryonnaire) est, elle aussi, déterminée par les déviations proporti-

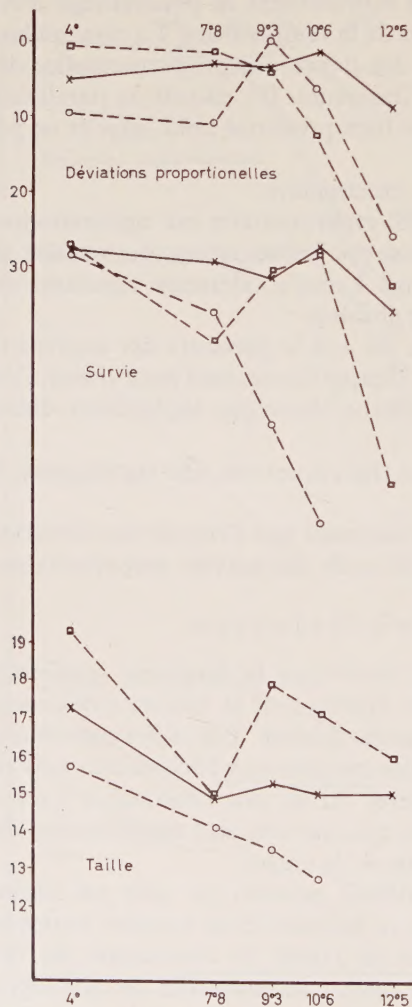


Fig. 4. Déviations proportionnelles, survie et taille à l'éclosion de *salar* (— x —), de *salar* x *fario* (— □ —) et *fario* x *salar* (— o —).



Fig. 5. Vitesses de croissance des formes pures, en traits pleins, (● : *fario*; ▲ : *trutta*; × : *salar*) et de leurs hybrides, en traits interrompus (□ : *salar* × *fario*; ○ : *fario* × *salar*; ■ : *salar* × *trutta*; + : *trutta* × *salar*; △ : *trutta* × *trutta*; o : *fario* × *trutta*).

onnelles des vitesses de développement par rapport aux courbes théoriques d'accélération constante, typiques pour chaque forme.

Les vitesses de croissance proprement dites, -taille à l'éclosion divisée par la durée du développement-, sont représentées à la fig. 5, pour les températures ordinaires. Suite aux imperfections techniques nous n'avons pu utiliser le rapport des logarithmes de ces vitesses, à l'inverse de la température absolue, ni calculer les valeurs de μ pour les vitesses de croissance. Très probablement celles-ci

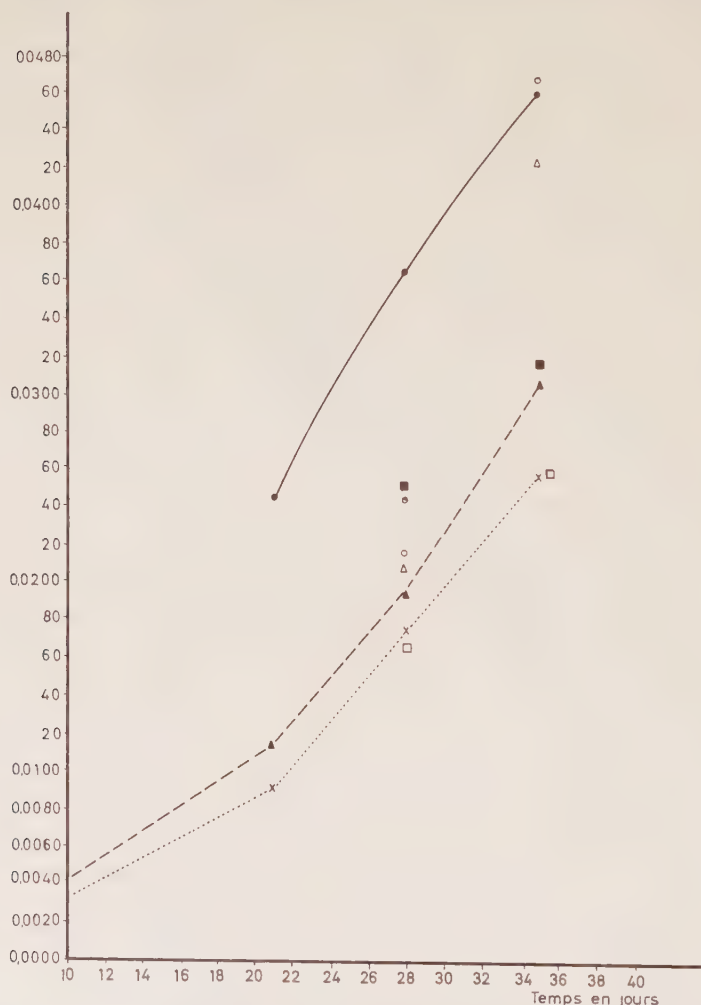


Fig. 6. Consommation d'oxygène, en ml par litre par heure et par mm³ d'oeuf, pendant le stade embryonnaire en fonction du temps (en jours après la fécondation), des formes pures et de leurs hybrides, à 10°C. Légende de la fig. 5.

montrent également une accélération constante, mais inférieure à celle du développement.

4. Le métabolisme respiratoire.

Les mesures de métabolisme n'ont été exécutées qu'à une seule température. Par contre, la consommation d'oxygène fut suivie au cours du développement embryonnaire.

En ce qui concerne ce stade, les résultats sont clairs: la consommation d'oxygène des oeufs de *fario*, par unité de volume, est beaucoup plus élevée que celle de *trutta* qui, elle, est légèrement supérieure à

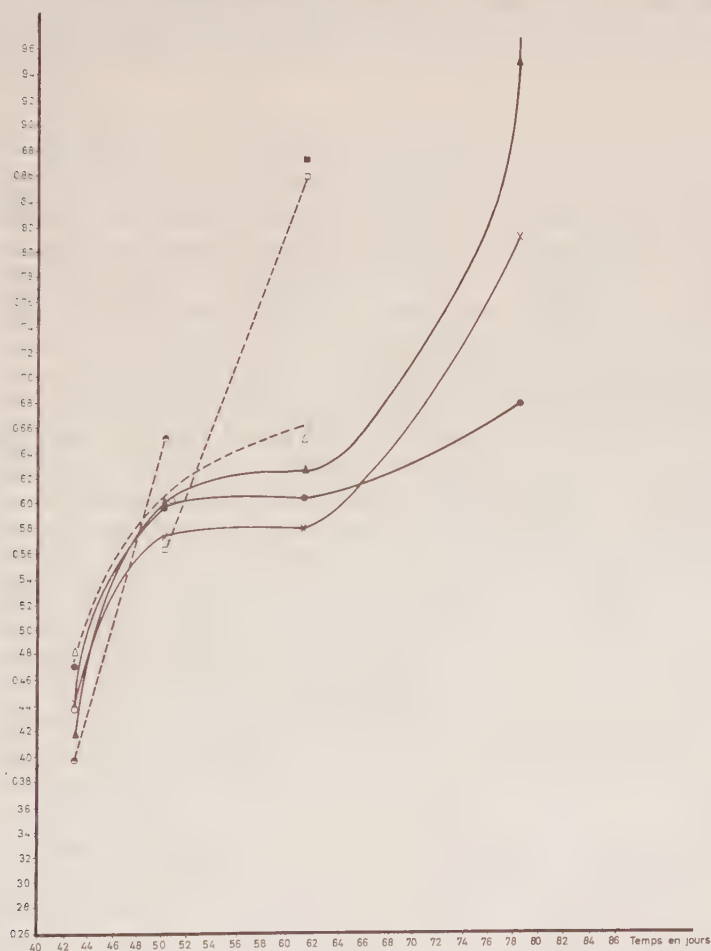


Fig. 7. Consommation d'oxygène en ml par litre par heure et par mm de larve, pendant le stade larvaire en fonction du temps (en jours après la fécondation) des formes pures et de leurs hybrides, à 10° C. Légende de la fig. 5.

celle de *salar*. Les premiers (*fario*) consomment au 23^e jour presque le double des derniers (*salar*) (fig. 6).

Ces différences disparaissent brusquement après l'éclosion. Remarquons toutefois que la consommation d'oxygène a été exprimée maintenant par mm de larve. Pour peu que le sac vitellin, restant à ce moment, soit proportionnellement différent dans les trois formes, toute comparaison directe entre les données obtenues durant les stades embryonnaire et larvaire, cesse d'être valable. Il est donc prudent de traiter ces deux stades séparément.

A la fin du stade larvaire après le 65^e jour, le métabolisme est à nouveau très divergent chez les trois formes: la consommation d'oxygène de *fario* devient très inférieure à celle de *salar* et surtout à celle de *trutta*.

Conclusion.

Les trois formes de Salmonides, *S. salar*, *S. trutta*, *S. fario* se sont distinguées par leur vitesse de développement en fonction de la température. Les courbes de ces vitesses montrent des déviations positives et négatives, typiques pour chaque forme, par rapport à une courbe d'accélération constante en fonction des températures absolues. Cette dernière est à son tour typique pour *trutta* et *fario* d'une part et pour *salar* d'autre part.

Ces déviations exprimées ensuite par des valeurs proportionnelles par rapport aux courbes théoriques nous montrent qu'il existe un parallélisme entre les déviations proportionnelles de la vitesse du développement, la survie et la taille, chacune en fonction de la température. La mortalité et la taille sont donc comme déterminées, à chacune des températures étudiées, par les déviations de la vitesse réelle de développement par rapport à une vitesse théorique.

Pour chaque forme, les courbes de survie et de taille présentent deux maxima, l'un à 4° C. et l'autre à 9—10° C. Ces maxima sont d'autant moins prononcés que les courbes de vitesses réelles présentent des déviations moins amples (comme chez *salar*) par rapport aux courbes théoriques. Le décalage entre les températures expérimentales ne nous permet pas de situer exactement les maxima des différentes courbes.

On peut toutefois affirmer la relation énoncée plus haut et l'hypothèse que les maxima de survie et de vitesse de croissance globale se situent aux points d'intersection des courbes de développement réelle et théorique, et cela pour chaque forme. Si cette hypothèse est exacte, les maxima se situent, pour *fario* et *trutta*, à 10° C. et à une température inférieure de 4° C. Pour *salar* ces maxima se situeraient à 10°5 et à 4°5.

Remarquons finalement que les tailles atteintes aux températures

„optimales” inférieures sont plus grandes que les tailles atteintes aux températures „optimales” supérieures. Nous pouvons être affirmatifs pour *salar* et *trutta*. L'allure de la courbe chez *fario*, semble montrer que cette conclusion vaut également pour lui.

La consommation d'oxygène a été mesurée à une température très proche de la température optimale supérieure des trois formes. Les valeurs métaboliques décroissent dans l'ordre *fario*, *trutta*, *salar*, et sont parallèles aux vitesses de développement constatées à cette température. Après l'éclosion, le classement des trois formes change en ce qui concerne leur consommation d'oxygène. Nous ne trouvons non plus un parallélisme entre la croissance et la valeur métabolique. En effet la vitesse de croissance, à 10°6 C., diminue de *fario* à *salar* et à *trutta*.

B. Les hybrides:

1. Les hybrides entre *fario* et *trutta*.

La fig. 8 représente la vitesse de développement, en fonction de la température, des hybrides réciproques entre *fario* et *trutta*, ainsi que celle des formes pures. Les courbes montrent des vitesses différentes chez les deux hybrides. Tous deux cependant suivent, surtout aux températures élevées, les courbes de vitesse des formes maternelles.

Les courbes de survie représentées à la fig. 2 pour les mêmes hybrides réciproques et leurs parents, font apparaître un même effet maternel pour l'hybride *trutta* × *fario* tandis que l'hybride *fario* × *trutta* ne suit nullement la courbe de la mère.

Enfin les tailles sont supérieures à celles des parents aux températures basses et suivent plus ou moins le type maternel aux températures élevées (fig. 2).

On peut expliquer ces résultats en admettant que la survie et la taille sont déterminées d'une part par la déviation de la vitesse du développement des mères par rapport à une nouvelle courbe théorique, commune aux deux hybrides réciproques. Cette nouvelle courbe aurait des valeurs plus élevées que celle des parents à basse température et rejoindrait la courbe théorique parentale à haute température, (tableau II), μ étant égal à 25.222 (fig. 8).

Les déviations proportionnelles des vitesses réelles maternelles par rapport à cette nouvelle courbe théorique sont représentées à la fig. 2. Le parallélisme entre ces déviations et les courbes de survie et de taille est remarquable, sauf quelques anomalies à 7°8 C.

Remarquons finalement que l'intensité respiratoire, à 10°6, des hybrides et de leurs parents au 35^e jour du développement suit l'ordre: *fario* × *trutta* — *fario* — *trutta* × *fario* — *trutta* (fig. 6). Cet ordre

est le même que celui des tailles (fig. 2) et des vitesses de croissance (fig. 5), à cette température.

Nous pouvons donc retenir que les différents caractères des hybrides semblent déterminés, d'une part, par une courbe de vitesse théorique, unique pour les deux hybrides, et qu'ils sont liés, d'autre part, aux vitesses réelles des mères.

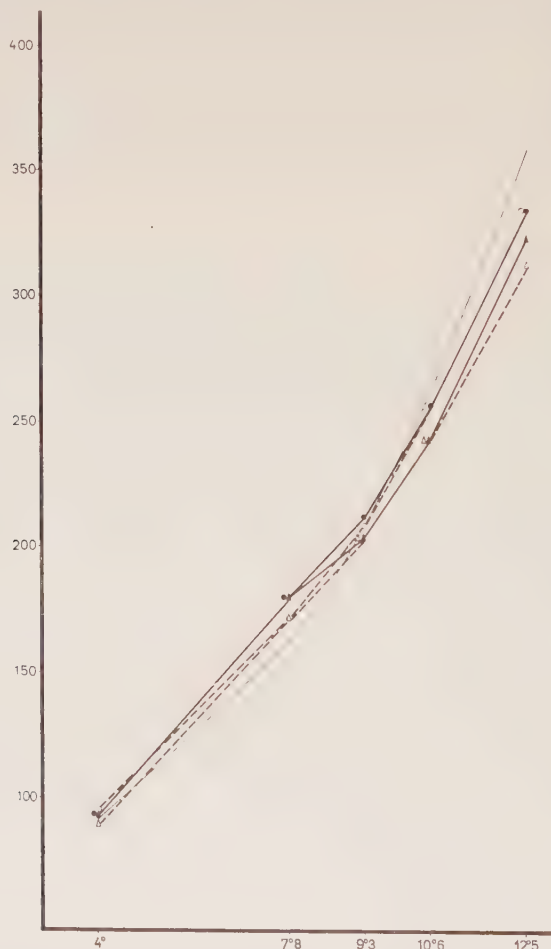


Fig. 8. Vitesses de développement de *fario* et de *trutta* (en traits pleins) et de leurs hybrides réciproques (en traits interrompus). En trait fin, vitesses théoriques des hybrides. Légende de la fig. 5.

2. Les hybrides réciproques avec *salar*.

Les hybrides entre *salar* d'une part et *fario* et *trutta* d'autre part, nous offrent une image très différente de celle des hybrides entre

trutta et *fario*. A première vue, les vitesses de développement semblent uniquement déterminées par les pères: pour les hybrides *salar* \times (*trutta* + *fario*), elles se rapprochent beaucoup ou absolument de celles de *trutta* et *fario*, tandis que les hybrides (*trutta* + *fario*) \times *salar* ont presque toujours les mêmes vitesses que *salar* (fig. 9 et 10).

La vitesse de développement est donc différente pour les croisements

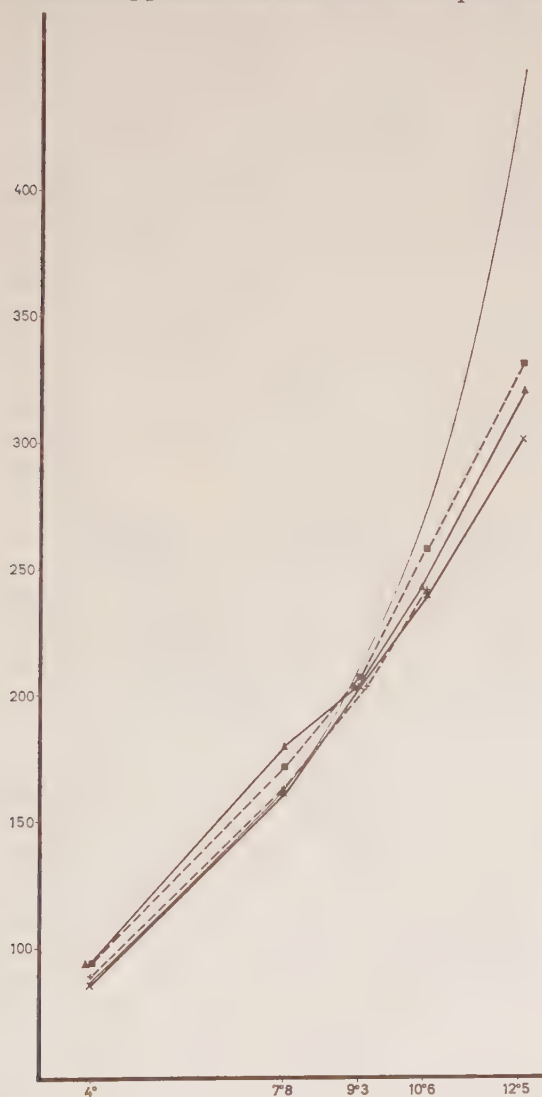


Fig. 9. Vitesses de développement de *salar* et de *trutta* (en traits pleins) et de leurs hybrides réciproques (en traits interrompus). En trait fin, vitesses théoriques des hybrides. Légende de la fig. 5.

réciroques mais semble en même temps indiquer une influence paternelle.

Quant à la mortalité embryonnaire, les croisements réciroques donnent des résultats tout aussi divergents (fig. 3 et 4). La mortalité semble déterminée par le père chez l'hybride *salar* × *fario*; par la mère chez l'hybride *salar* × *trutta* et suivant un type tout à fait



Fig. 10. Vitesses de développement de *salar* et de *fario* (en traits pleins) et de leurs hybrides réciroques (en traits interrompus). En trait fin, vitesses théoriques des hybrides. Légendes de la fig. 5.

nouveau chez les hybrides réciproques. La mortalité des hybrides (*trutta* + *fario*) \times *salar* est presque une fonction linéaire de la température à partir de 4° C., où elle est normale, pour atteindre 80 % à 10°6 C. et devenir totale à 12°5 C.

Les courbes des tailles (figs. 3 et 4) et surtout celles des vitesses de croissance (fig. 5) nous montrent des résultats encore plus extraordinaires. Les croisements réciproques sont très divergents: croissance très accélérée pour les hybrides *salar* \times (*fario* + *trutta*) et croissance très ralentie pour les hybrides (*fario* + *trutta*) \times *salar*.

Si l'on se souvient que la taille des saumons est supérieure à celle de *fario* et de *trutta*, on peut qualifier les divergences obtenues, comme étant supermaternelles; elles représentent une exagération des divergences obtenues en ce qui concerne les tailles des mères.

Elles s'expliquent, si nous appliquons à ces données disparates une hypothèse analogue à celle que nous avons déduite des données concernant les hybrides entre *fario* et *trutta*.

On suppose donc que les hybrides réagissent par rapport à une nouvelle courbe de vitesses théoriques. Cette courbe serait intermédiaire entre les courbes théoriques des parents à la température la plus basse, mais sensiblement accélérée par rapport à ces derniers aux températures plus élevées. La valeur de μ est égale à 30.782 (Tabl. II; fig. 9 et 10).

On admet ensuite que les valeurs réelles découlent des divergences de vitesse de développement des mères par rapport à la nouvelle courbe théorique. Les déviations proportionnelles ainsi calculées sont représentées par les fig. 3 et 4. On remarquera que ces déviations suivent moins bien l'allure des courbes de survie et de taille que les hybrides entre *trutta* et *fario*. Néanmoins, il existe un parallélisme entre les courbes représentant les déviations des vitesses de développement, la survie et la taille. Ce parallélisme est le plus étroit aux températures les plus basses.

L'hypothèse que les différents caractères des hybrides entre saumons et truites sont déterminées, d'une part, par une même courbe de vitesses théoriques et liés, d'autre part, aux vitesses réelles des mères, nous semble acceptable.

Remarquons finalement que le métabolisme respiratoire des hybrides et des parents, pendant le développement embryonnaire n'offre aucun parallélisme avec les courbes caractéristiques de ceux-ci, ni avec les déviations théoriques calculées. Pendant le stade larvaire au contraire, et notamment au 60e jours, les valeurs métaboliques sont devenues parallèles aux vitesses de croissances constatées 30 jours avant.

TABLEAU II

T°	SALAR					TRUTTA					FARIO					
°C.	Vitesse de développement réelle × 100		Déviations proportion- nelles de la vitesse maternelle × 100		Survie en %	Taille en mm.	Vitesse de développement réelle × 100		Déviations proportion- nelles de la vitesse maternelle × 100		Survie en %	Taille en mm.	Vitesse de développement réelle × 100		Déviations proportion- nelles de la vitesse maternelle × 100	
4 7,8 9,3 10,6 12,5	85,5 161 204 240 303	90 156 197 244 329	5 3,2 3,5 1,6 9	94,7 91,6 87,6 94,8 77,9	17,29 ± 0,19 14,89 ± 0,14 15,28 ± 0,09 15,03 ± 0,14 15,08 ± 0,14	94,3 180 204 243 322	88 160 204 260 357	7,1 12,5 0 6,5 9,8	81,5 69,4 85,5 85,5 44,8	15,39 ± 0,15 13,34 ± 0,10 15,06 ± 0,11 14,63 ± 0,13 14,73 ± 0,08	93,9 180 212 256 333	88 160 204 260 357	6,7 12,5 3,9 1,5 6,7	88,3 66,9 88,8 95,7 84,4	15,54 ± 0,11 13,94 ± 0,14 16,23 ± 0,14 15,04 ± 0,10 14,95 ± 0,15	
SALAR FARIO																
4° 7,8 9,3 10,6 12,5	90,5 175 208 256 333	86 162 212 274 450	0,58 1,16 3,77 12,41 32,6	95,5 70 88,8 93,8 32,1	19,35 ± 0,13 15,0 ± 0,14 14,89 ± 0,10 14,02 ± 0,01 15,98 ± 0,20	90,1 172 204 243 312	92 162 208 261 357	2,5 11,11 1,92 6,89 9,8	85,5 62,9 92 84,8 51,9	16,3 ± 0,11 16,61 ± 0,14 15,18 ± 0,11 15,07 ± 0,15 13,83 ± 0,15	95,2 172 208 256 333	92 162 208 261 357	2,06 11,11 1,92 5,75 6,72	75,4 84,8 92,4 81,7 77,4	15,98 ± 0,15 15,82 ± 0,11 15,98 ± 0,11 15,34 ± 0,02 14,94 ± 0,18	
SALAR × TRUTTA																
4° 7,8 9,3 10,6 12,5	94,3 172 208 259 333	86 162 212 274 450	0,58 1,16 3,77 12,41 32,6	90,9 89,8 89,5 92,0 29,5	17,6 ± 0,21 17,9 ± 0,15 17,7 ± 0,09 — 16,21 ± 0,11	88,8 163 204 243 —	86 162 212 274 450	9,65 11,11 3,77 11,31 28,44	73,7 39,1 24,5 14,6 —	15,39 ± 0,13 13,37 ± 0,07 13,40 ± 0,24 12,6 ± 0,12 —	86,2 161 204 240 —	86 162 212 274 450	0,18 11,11 0,0 6,37 26,0	93,1 77,5 47,9 21,7 —	15,7 14,09 13,58 12,76 ± 0,08 —	
TRUTTA FARIO																
4° 7,8 9,3 10,6 12,5	90,5 175 208 256 333	86 162 212 274 450	0,58 1,16 3,77 12,41 32,6	95,5 70 88,8 93,8 32,1	19,35 ± 0,13 15,0 ± 0,14 14,89 ± 0,10 14,02 ± 0,01 15,98 ± 0,20	90,1 172 204 243 312	92 162 208 261 357	2,5 11,11 1,92 6,89 9,8	85,5 62,9 92 84,8 51,9	16,3 ± 0,11 16,61 ± 0,14 15,18 ± 0,11 15,07 ± 0,15 13,83 ± 0,15	95,2 172 208 256 333	92 162 208 261 357	2,06 11,11 1,92 5,75 6,72	75,4 84,8 92,4 81,7 77,4	15,98 ± 0,15 15,82 ± 0,11 15,98 ± 0,11 15,34 ± 0,02 14,94 ± 0,18	
SALAR × TRUTTA																
4° 7,8 9,3 10,6 12,5	94,3 172 208 259 333	86 162 212 274 450	0,58 1,16 3,77 12,41 32,6	90,9 89,8 89,5 92,0 29,5	17,6 ± 0,21 17,9 ± 0,15 17,7 ± 0,09 — 16,21 ± 0,11	88,8 163 204 243 —	86 162 212 274 450	9,65 11,11 3,77 11,31 28,44	73,7 39,1 24,5 14,6 —	15,39 ± 0,13 13,37 ± 0,07 13,40 ± 0,24 12,6 ± 0,12 —	86,2 161 204 240 —	86 162 212 274 450	0,18 11,11 0,0 6,37 26,0	93,1 77,5 47,9 21,7 —	15,7 14,09 13,58 12,76 ± 0,08 —	

Conclusion.

Le comportement des hybrides entre les trois formes de *Salmonides* semble déterminé par deux causes:

1) La courbe de vitesse de développement théorique, qui est uniforme pour les hybrides réciproques.

2) La courbe de vitesse de développement des mères pour chacun des hybrides réciproques, responsable des différences entre les hybrides réciproques.

Ces conclusions nous mènent directement à l'hypothèse suivante: la courbe dite „théorique” est une propriété bien réelle du noyau, la courbe de vitesse des mères est liée au cytoplasme maternel.

Le fait que les courbes théoriques des hybrides sont différentes de celles des parents nous permet de conclure, en outre, que cette modification est due à une interaction de deux vitesses théoriques des parents, dont chacun dépend d'un jeu chromosomique haploïde.

DISCUSSION

A. Caractères physiologiques et adaptifs des formes parentales.

La dépendance de la température du comportement embryonnaire chez les trois formes de *Salmonides* et leurs hybrides semble, à première vue, irrégulière et rien ne laisse supposer un lien entre les divers aspects mesurés. Une simple hypothèse, toutefois, permet d'expliquer la dépendance de la température des trois valeurs mesurées, notamment la vitesse de développement, la taille à l'éclosion et le pourcentage d'éclosion, et de démontrer le lien étroit entre elles chez une forme donnée. En outre, cette même hypothèse peut rendre compte des différences entre les formes. Enfin elle jette une lumière nouvelle sur les mécanismes homéothermiques chez les poecilothermes et sur leur comportement écologique.

La nouvelle hypothèse consiste à admettre que la vitesse de développement, à chaque température, est la résultante de deux autres vitesses. Une première vitesse subit une accélération constante en fonction de l'inverse des températures absolues. Par rapport à ces dernières elle décrit une droite, que nous avons dénommée, d'abord, „la courbe théorique”. L'étude des hybrides, démontrant qu'elle est transmise par le noyau, nous fait adopter, ensuite, la dénomination de „courbe nucléaire”. Une seconde vitesse dépend du cytoplasme maternel, comme les mêmes hybrides nous l'ont appris. Elle subit une accélération non constante en fonction de l'inverse de la température absolue, décrivant autour de la courbe nucléaire une courbe plus ou moins sigmoïdale, coupant, grâce à une accélération diminué aux

températures intermédiaires, la courbe nucléaire aux environs des températures moyennes. Son vrai parcours nous est inconnu, mais afin de décrire les résultats, nous l'avons assimilée aux vitesses réelles de développement.

Les déviations proportionnelles de ces dernières valeurs par rapport à la courbe nucléaire permettent de calculer directement la survie à chacune des températures. Toutefois, on se rappelle que nous avons du doubler l'échelle afin de retrouver exactement ces pourcentages d'éclosion. Ce fait nous indique que la courbe „cytoplasmique” doit se trouver probablement à une distance qui est le double de celle qui sépare, aux différentes température, la vitesse réelle de développement de la vitesse nucléaire.

Une fois cette hypothèse admise, les relations entre les propriétés d'une forme donnée, les relations entre les formes et les relations entre ces propriétés et l'écologie se comprennent facilement.

1) Les relations entre les propriétés d'une forme donnée.

Il existe une relation très simple entre le pourcentage d'éclosion et la déviation entre la vitesse nucléaire et la vitesse de développement, qui remplace la vitesse cytoplasmique. Cette relation directe détermine deux températures de survie optimales, notamment aux intersections des deux courbes de vitesse. Dès lors la survie semble indépendante de la vitesse absolue (nucléaire ou cytoplasmique).

Les tailles à l'éclosion sont également dépendantes des déviations entre les deux courbes de vitesse, les tailles maximales étant atteintes également aux intersections des deux courbes. Mais la relation ne semble pas si simple que dans le cas de la survie. En effet, la taille est liée aux déviations par un paramètre que seule des données plus complètes permettraient de déduire. En outre, la taille semble dépendante de la vitesse absolue. En effet, les tailles obtenues aux températures optimales inférieures sont toujours plus grandes que celles des températures optimales supérieures.

2) Les différences entre les formes.

Les positions relatives des deux courbes de vitesse, nucléaire et cytoplasmique, permettent de comprendre aussi bien les différences entre les formes étudiées.

Les pourcentages d'éclosion du saumon sont plus élevées et moins variables en fonction de la température, parce-que, dans cette espèce, la courbe cytoplasmique dévie moins de la courbe nucléaire. Sa taille est généralement plus élevée pour la même raison.

La survie et la taille des truites de mer sont moins élevées que celles des truites ordinaires, parce-que la courbe cytoplasmique des

premières est plus déviante par rapport à une courbe nucléaire commune. Ceci est très évident à haute température, il paraît moins clair à basse température. La raison en est, probablement, que la courbe nucléaire n'est en fait pas identique pour les deux formes. L'existence d'une interaction entre les deux jeux chromomiques chez leurs hybrides semble prouver cette différence.

3) Les relations entre les caractères physiologiques et l'écologie.

Aux températures intermédiaires une accélération moins grande de la vitesse de développement, délimite, chez les trois formes, un plateau qui peut être décrit comme une zone homéostatique. Ces observations complètent les données déjà existantes concernant les mécanismes homéostatiques chez les poicilothermes (BULLOCK, 1955 — MEUWIS & HEUTS, 1957).

Nos données et l'hypothèse qui les explique permettent de clarifier quelques aspects de ce phénomène.

D'abord, nos données nous incitent à considérer l'homeostasis constaté comme une propriété transmise et régie, pendant le développement embryonnaire, par le cytoplasme maternel. En effet, les activités nucléaires paraissent entièrement dépendantes de la température.

Ensuite, nos résultats indiquent qu'il est difficile d'assimiler la zone homéostatique au „gîte adaptif”. Deux raisons conduisent à rejeter cette assimilation, toujours implicite aux discussions du sujet. Nous constatons, en premier lieu, que c'est aux limites mêmes de la zone homéostatique, notamment aux températures de déviations maximales, positives et négatives, entre la courbe cytoplasmique et la courbe nucléaire, que la survie et la taille sont minimales. Le véritable gîte adaptif se situerait plutôt à l'intersection de ces deux courbes, au centre de la zone homéostatique. Partout ailleurs les mécanismes régulateurs se soldent par une mortalité accrue et par une croissance ralentie. En second lieu, il existe certainement un autre gîte adaptif au point d'intersection inférieure des deux courbes, vers 4°, et c'est précisément ce point qui semble coïncider avec le véritable gîte écologique des trois formes dans la nature. Or celui-ci se trouve totalement en dehors de la zone homéostatique et même dans une zone de très forte dépendance de la température.

Les deux formes des truites ne semblent pas se distinguer par leurs températures optimales (elles se situent l'une entre 9° et 10° et l'autre au-dessous de 4°). Par contre, celles du saumon sont certainement plus élevées (environ 10°5 et 4°5). Ce dernier est donc légèrement plus thermophile. Les déductions de HEUTS (1953, 1956), établissant un rapport entre la dépendance plus étroite des vitesses de développe-

ment et la thermophilie ne s'appliquent donc pas aux Salmonidés. En effet, la dépendance moyenne de la température, exprimée par la constante d'Arrhenius de la courbe nucléaire, est moins forte chez le saumon que chez ces truites. Toutefois, si l'on ne considère que la zone homéostatique, la règle de HEUTS s'applique également à ce groupe de poissons.

Remarquons enfin que l'existence de deux températures optimales chez les salmonides est analogue à l'existence de deux salinités optimales, à des températures données, pour les épinoches (HEUTS, 1947, 1956) et à l'existence de deux zones de températures optimales pour la croissance de truites de deux ans (BROWN 1945).

Le manque de données à plusieurs températures ne permet pas de tirer des conclusions concernant le métabolisme respiratoire. Nous pouvons supposer seulement que, pendant le stade embryonnaire, ce métabolisme est lié à la vitesse de croissance.

Plusieurs problèmes restent à résoudre. Les principaux sont certainement la préférence écologique de la température optimale inférieure et l'allure exacte de la courbe cytoplasmique. Toutefois, dès maintenant, nos résultats peuvent contribuer au perfectionnement de la salmoniculture. Il est évident que les élevages équipés de régulateurs de température devraient fonctionner entre 9 et 11° et non plus à 7—8° comme il fut souvent, pour les espèces étudiées ici. La taille à l'éclosion en sera augmentée avec un minimum de mortalité. La température optimale dépend probablement de l'origine des oeufs. Nos résultats ne s'appliquent rigoureusement qu'aux salmonidés du bassin de Tay, Dee et Firth en Ecosse.

B. Les mécanismes héréditaires et les problèmes de systématique.

Une compréhension plus parfaite des propriétés parentales nous aidera à élucider les problèmes qui se sont posés chez les hybrides entre le saumon et les truites.

On se rappelle que les valeurs théoriques obtenues par le calcul des déviations maternelles par rapport à la courbe nucléaire des hybrides ne donnaient pas de résultats satisfaisants.

Les divergences constatées peuvent avoir plusieurs causes:

1°) D'après la discussion des formes parentales, il est clair qu'il aurait fallu choisir comme base des calculs, non pas les vitesses maternelles réelles, mais bien les vitesses cytoplasmiques que nous ne connaissons malheureusement pas.

2°) Comme nous l'avons déjà signalé lors de l'exposé des résultats, il est probable que la nature exacte de l'interaction des jeux chromosomiques nous échappe et que nos courbes nucléaires des hybrides ont été simplifiées.

3°) Dans le cas des hybrides entre le saumon et les truites, nous pouvons supposer une influence précoce du génome paternel sur le cytoplasme.

La dernière possibilité a retenu plus spécialement notre attention, lorsque nous constatâmes que, pour les hybrides, des valeurs théoriques se rapprochant à certaines températures assez bien de la réalité, pouvaient être calculées à partir de la courbe nucléaire hybride et de la vitesse de développement paternel. Ce fait semble suggérer que le comportement du cytoplasme en fonction de la température n'est en réalité pas une propriété autonome, mais une réponse antagoniste à une propriété nucléaire. Cette réponse se manifeste par une forme donnée de la courbe cytoplasmique chez les formes pures. Elle est transmise par les mères aux hybrides, mais subit déjà très tôt une modification sous l'influence de la nouvelle combinaison chromosomique.

Malgré la complexité des résultats, la transmission héréditaire des caractères étudiés semble donc assez simple. Elle peut être formulée par l'hypothèse suivante.

Lors de l'hybridation le jeu chromosomique haploïde du mâle transmet la courbe nucléaire de son espèce; celle-ci engendre dans l'oeuf, par interaction avec le jeu chromosomique de la mère, une accélération de toutes les vitesses nucléaires par rapport à celle des deux parents. L'accélération est très prononcée aux températures élevées, légère aux basses températures, chez les hybrides entre les truites. Elle est partout très forte chez les hybrides entre saumon et truite. Cette accélération par interaction détermine chez tous les hybrides et à presque toutes les températures un hétérosis potentiel. Sa manifestation en tant qu'hétérosis actuel dépend de l'origine du cytoplasme et donc de la mère. L'accélération hétérotique peut notamment rapprocher, ou bien éloigner, la courbe nucléaire de la courbe cytoplasmique, selon le sens du croisement et, bien sûr, selon les températures. L'effet matrocline paraît, toutefois, atténué par une influence précoce du jeu chromosomique paternel sur le cytoplasme. D'après nos résultats l'hétérosis est donc déterminé par une interaction chromosomique, et conditionné par le cytoplasme et par le milieu. Sans doute d'autres données établissant des phénomènes hétérotiques analogues, se traduisant nettement par des effets supermaternels lors de croisements entre races (PORTER 1941, MOORE, 1949, MINAMORI 1952, 1953 HEUTS 1953, 1956) pourront être interprétés suivant le schéma présenté ici.

Rien ne nous permet d'affirmer que les caractères cytoplasmiques se transmettent d'une façon autonome, comme cela paraît être le cas lors de croisements entre différentes espèces d'*Epilobium* (MICHAËLIS, 1954). L'influence précoce des chromosomes paternels lors de la

première génération hybride fait supposer plutôt le contraire.

Les fortes différences entre les noyaux des saumons et ceux des truites, - différences que nos observations font ressortir-, avaient déjà été constatées cytologiquement par SVÄRDSON (1945). D'après cet auteur, le nombre chromosomique $2n$ est égale à 60 chez *S. salar* et à 80 chez *S. trutta* et *fario*. Nos résultats indiquent, en outre, une forte divergence cytoplasmique entre ces deux groupes et montrent que cette dernière divergence est la cause fondamentale des différences de viabilité selon le sens du croisement. Cette différence en viabilité a été remarquée depuis longtemps par plusieurs auteurs, qui en ont donné explications diverses, mais toutes non valables (DAY, 1886, SVÄRDSON 1945, ALM 1955).

Même avec les données dont nous disposons, il reste difficile de prendre position au point de vue de la systématique des salmonides. Toutes les différences entre les trois formes semblent graduelles. Certes, la distance physiologique et génétique entre le saumon, d'une part, et les truites, d'autre part, paraît nette. Mais il n'y a que le nombre chromosomique relevé par SVÄRDSON, qui les différencie indiscutablement. La truite de mer et la truite commune sont génotypiquement distinctes. L'existence d'une interction chromosomique entre les deux formes prouve la divergence chromosomique. En outre, la divergence cytoplasmique, quoique peut-être secondaire, est assez marquée.

RÉSUMÉ

1) La vitesse de développement, la vitesse de croissance et le pourcentage de survie pendant le stade embryonnaire ont été mesurés chez le saumon, la truite de mer, la truite commune, et chez leurs hybrides réciproques, à cinq températures constantes. La consommation d'oxygène a été mesuré sur le même matériel, au cours du développement embryonnaire et larvaire, à une seule température constante.

2) Toutes les propriétés mesurées sont caractéristiques de chacune des formes. Les hybrides réciproques se distinguent toujours.

3) Les trois propriétés, vitesse de développement, pourcentage de survie et vitesse de croissance se déduisent l'une de l'autre si l'on admet qu'elles sont déterminées par deux causes en interaction. La première est une vitesse subissant une accélération constante en fonction de l'inverse de la température absolue. La seconde est une vitesse subissant une accélération variable en fonction de la même valeur et coupant la première droite au moins à deux endroits. Le parcours de la seconde courbe est une fonction simple de la vitesse de développement. La survie et la taille, à chaque température et pour

chaque forme, sont une fonction des déviations proportionnelles (positives et négatives) des deux courbes. Celles-ci déterminent, à leurs intersections, deux températures optimales de survie et de croissance.

La même hypothèse explique les différences entre les formes.

Le métabolisme respiratoire est probablement en rapport avec la vitesse de croissance.

4) Les croisements réciproques ont démontré que la première courbe, à accélération constante, est en fait transmise par le noyau, la seconde par le cytoplasme maternel. On peut rendre compte des propriétés des hybrides à partir d'une interaction entre les deux jeux chromosomiques se traduisant par une nouvelle courbe nucléaire indentique pour les hybrides réciproques et provoquant une accélération générale par rapport aux courbes nucléaires des parents. Le comportement des hybrides est le résultat de cette nouvelle courbe et de la courbe cytoplasmique maternelle.

5) La portée des résultats et de l'hypothèse explicative sur les mécanismes d'homéostasie et d'adaptation écologique, sur les causes de l'hétérosis et sur la systématique des salmonides ont été discutés.

SUMMARY

1) Speed of development, speed of growth and survival during embryonic life of salmon, sea trout and brown trout and of their reciprocal hybrids, have been measured at five constant temperatures; Oxygen consumption has been determined in the course of embryonic and larval development at a single temperature.

2) All the measured traits are characteristic for each form. Reciprocal hybrids always differ.

3) The three traits can be related to each other, if it is admitted that they are determined by two interacting causes. The first is a rate with a constant acceleration with respect to the reverse of absolute temperatures. The second is a rate with a variable acceleration with respect to the same values and which crosses the first curve at two points. The second curve is directly related to developmental speed. Survival and length at hatching, at each temperature and in each form, are simple functions of the proportionate deviations of the two curves from each other. The intersections of both curves determine two optimal temperatures for survival and growth in each form.

4) The reciprocal crosses have shown that the first, constantly accelerated curve, is in fact transmitted by the nucleus. The second curve is transmitted through the (maternal) cytoplasm. The nuclear curve of the hybrids, identical in reciprocal cross products, is accele-

rated with respect to the parental curves, presumably as a result of an interaction between the two chromosome sets. The behaviour of the hybrids can be accounted for on the basis of an interaction between this new nuclear curve and the cytoplasmic curve derived from the mother.

5) The bearings of the results and of the new hypothesis on homeostatic and adaptive mechanisms, on the origin of heterosis and on the systematics of the salmonids, are discussed.

OUVRAGES CITÉS

- ALM, G. - 1949 - Influence of Heredity and Environment on various Forms of Trout; *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, 29, 29—34.
- BROWN, M. E. - 1946 - The Growth of brown trout (*Salmo trutta*). III. The Effect of temperature on the growth of two-year old Trout; *J. exp. Biol.*, 22, 145—155.
- BULLOCK, T. H. - 1955 - Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms; *Biol. Rev.*, 30, 311—342.
- DAY, F. - 1886 - On the Hybridization of *Salmonidae* at Howietoun; *Meetings Brit. Ass. Adv. Sc. Rep.* 55, 1059—1063.
- HEUTS, M. J. - 1947 - Experimental Studies on adaptive Evolution in *Gasterosteus aculeatus*; *Evolution*, 1, 89—102.
- 1953 - Theorien und Tatsachen der Biologischen Evolution; *Zool. Anz. Suppl.* 17, 409—429.
- 1956 - Temperature Adaptation in *Gasterosteus aculeatus* L.; *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 28, 44—61.
- HUET, M. - 1952 - *Traité de Pisciculture*. Bruxelles.
- MEUWIS, A. L. & M. J. HEUTS - 1957 - Temperature dependence of breathing Rate in Carp; *Biol. Bull.* 112, 97—107.
- MICHAËLIS, - 1954 - Cytoplasmic Inheritance in *Epilobium* and its theoretical Significance; *Adv. in Genetics*, 6, 287—401.
- MINAMORI, S. - 1952 - Physiological Isolation in *Cobitidae*. L. Two Races of the Striated Spinous Loach with special reference to the Difference in their embryonic respiration; *J. Hiroshima Univ. Ser. B., Div. 1*, 13, 199—212.
- 1953 - Physiological Isolation in *Cobitidae* II. Inviability of hybrids between the Mud Loach and some Local Races of Spinous Loaches; *Ibid.* 14, 125—149.
- MOORE, J. A. - 1949 - Geographic Variation of adaptive Characters in *Rana pipiens*; *Evolution*, 3, 1—24.
- 1949 - Patterns of evolution in the Genus *Rana*. In „Genetics, Paleontology and Evolution” ed. by G. JEPSEN, E. MAYR and G. G. SIMPSON, Princeton, 315—338.
- PORTER, K. R. - 1941 - Diploid and Androgenetic Haploid Hybridisation between two Forms of *Rana pipiens* Schr.; *Biol. Bull.* 30, 228—264.
- SPAAS, J. T. - 1958 - Contributions to the comparative Physiology and Genetics of the European *Salmonidae*. I. Method for the determination of oxygen consumption in ova, alevins and fishes of different sizes; *Hydrobiologia*, XI, 267—274.
- SVÄRDSON, G. - 1945 - Chromosome Studies on *Salmonidae*; *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 23, 1—151.

The oxygen consumption of *Artemia salina* (L.)

by

BARBARA M. GILCHRIST

Bedford College, University of London

INTRODUCTION

Experiments to determine the oxygen consumption of *Artemia* in different salinities have produced conflicting results. KUENEN (1939) records an increase in oxygen uptake by *Artemia* in concentrated brines. ELIASSEN (1952) found a decrease in oxygen consumption as the salinity of the external medium increased, the difference being most marked in the nauplii and becoming less apparent with increasing size of the animals. In experiments on female brine shrimps, I found there was no significant difference in the rate of oxygen consumption of animals reared in sea water and in concentrated brine (GILCHRIST 1956).

The results of preliminary experiments indicated that the oxygen uptake of males of *Artemia* in relation to the salinity of the external medium was different to that of females. It has been suggested that this factor, together with many differences in experimental methods, might account for the lack of agreement in the results mentioned above (GILCHRIST 1956). The oxygen consumption of males measured in two different salinities has now been investigated and compared to that of females.

MATERIAL AND METHODS

The culture and experimental methods were the same as those previously described (GILCHRIST 1956) and, therefore, will be outlined briefly.

Cultures of a bisexual race of *Artemia* originating in California were maintained at a constant temperature of 25°C and fed on a marine

species of *Chlamydomonas*. Animals were hatched and reared in the experimental brines which were of two different salinities, S^{0}_{00} 35 (sea water) and S^{0}_{00} 140.

Males of two size groups were selected in each salinity. Small males reared in sea water varied in length from 3.82 to 4.80 mm and those in the stronger brine from 3.27 to 3.63 mm. Large males in sea water varied in length from 6.27 to 7.25 mm and those in the concentrated medium from 5.51 to 6.80 mm. These two size groups are approximately the same as selected for experiments with females and represent the smallest size at which the sexes are readily distinguished and the largest size of immature animals. Sexually mature females may carry eggs or embryos and thus complicate the experiments which were, therefore, limited to immature animals.

The oxygen consumption was determined by enclosing the animals for one hour in a glass stoppered bottle containing a known volume of brine of known salinity and dissolved oxygen content. The initial and final dissolved oxygen contents were determined by the syringe pipette modification of the Winkler method (FOX & WINGFIELD 1938).

The total length of the experimental animals was measured as described for females. These measurements were made with narcotised males lying ventral side down on a microscope slide and supported in a drop of the experimental medium. The large second antennae were bent forward to extend in front of the head as shown in figure 1.

The area of the second antennae of males, in arbitrary units, was

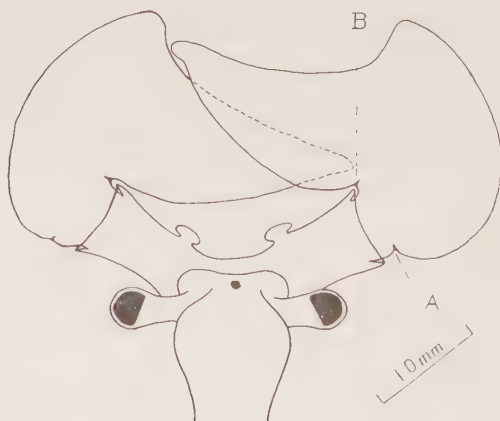


Fig. 1. Head of male *Artemia*, dorsal view. The second antennae have been bent forward in front of the head.

measured with a planimeter. The narcotised animals were laid on a slide as described above and using a prism and mirror attached to a microscope the image of the head was reflected on to white paper and the outline of the antennae traced. It was found more convenient to trace the outline on to paper and then determine the area with a planimeter rather than determine the area directly from the projected image. Commencing at A in figure 1 and proceeding in an anticlockwise direction to B, the outline of each antenna was traced with the point of the planimeter. At B a straight line was drawn back to A. In this way the approximate area of each antenna was determined in arbitrary units. The average of the measurements for each antenna was taken as representing the "antennal area" of the individual. Only the area of the apical "joint" distal to the line AB was measured because the region just proximal to this line is frequently telescoped into the basal "joint" and its area cannot easily be measured.

At the end of the experiments both the wet and dry weights of the males were determined and the oxygen consumption expressed in terms of cubic millimeters per male per hour in relation to dry weight.

RESULTS

In figure 2 the oxygen consumption per individual per hour of males of *Artemia* reared in two different salinities is plotted against the average dry weights of the individuals. The regression coefficients and standard errors for the straight lines fitting the data are $+0.883 \pm 0.039$ and $+0.624 \pm 0.054$ for males in brines of salinity 35‰ and 140‰ respectively. Comparing the two regression coefficients by an analysis of variance, 't' = 3.885 with 36 degrees of freedom gives a value for P, the probability, of <0.001 . Thus, the increase in rate of oxygen consumption of males with increase in weight over the size range studied is significantly greater in sea water than in concentrated brine.

Although the slopes of the two regression lines are significantly different, and the increase in oxygen uptake with increase in size is occurring at different rates in the two media, it is of interest to know whether the magnitude of the oxygen uptake of males is greater in sea water than in the more concentrated brine. By means of a 't' test, the values of x (dry weight) have been calculated above and below which the two regression lines are significantly different at the 5% level. It is found that males of 0.16 mg. dry weight and over, in sea water, have a higher rate of oxygen consumption than those of the same dry weight in the concentrated brine. In the case of smaller

individuals there is no significant difference in magnitude of oxygen uptake in the two media.

The difference in the rate of oxygen consumption between males in different salinities might be the result of relative differences in the water content of the animals with increase in size: males of the same dry weight may not have the same water content in the different

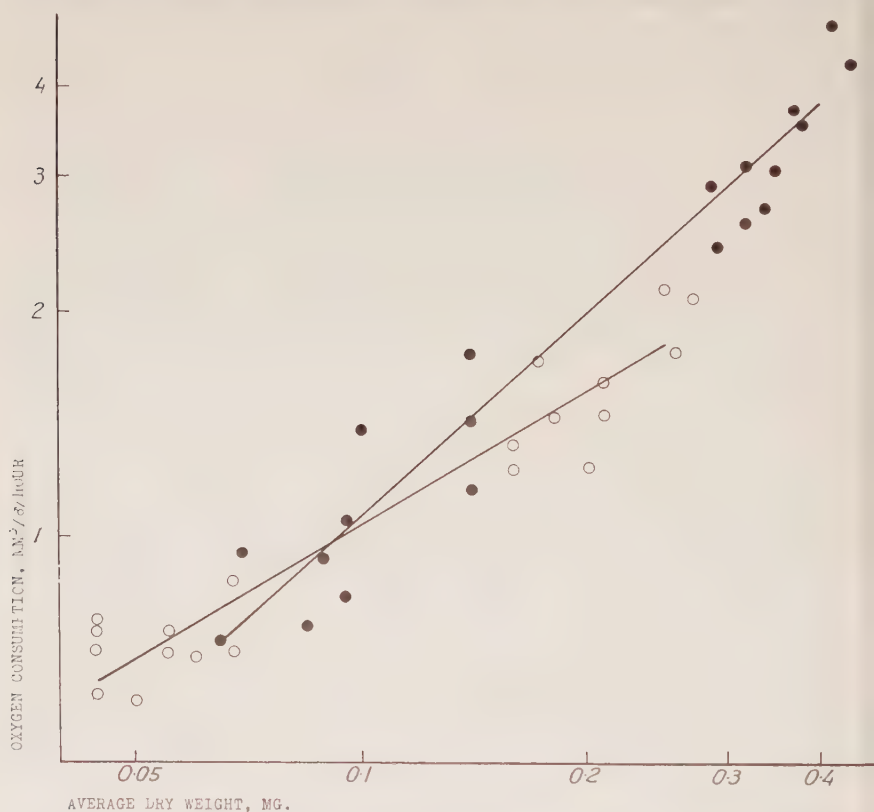


Fig. 2. Oxygen consumption of males of *Artemia* reared in different salinities in relation to dry weight, both on a logarithmic scale. ● $S^{0/00} 35$; ○ $S^{0/00} 140$.

media. In figure 3 the ratio of dry weight to wet weight of males of *Artemia* in relation to total length is expressed graphically. The regression coefficients and standard errors for the straight lines fitting the data are -0.00374 ± 0.001 and -0.00585 ± 0.003 for males in sea water and in brine of salinity $140^{0/00}$ respectively.

If the intercepts of the regression lines on the ordinate are compared it is found that males reared in sea water have a significantly greater water content than males reared in more concentrated brine. With 't' = 2.70 and 36 degrees of freedom a value for P of 0.01 is

obtained. It is also seen that large animals contain relatively more water than small animals in both salinities. There is, however, no significant difference between the regression coefficients: the lines are parallel. The ratio of dry weight to wet weight decreases at the same rate in the two media. The difference in rate of oxygen consumption with increasing size cannot, therefore, be explained in terms of the difference in water content of the animals.

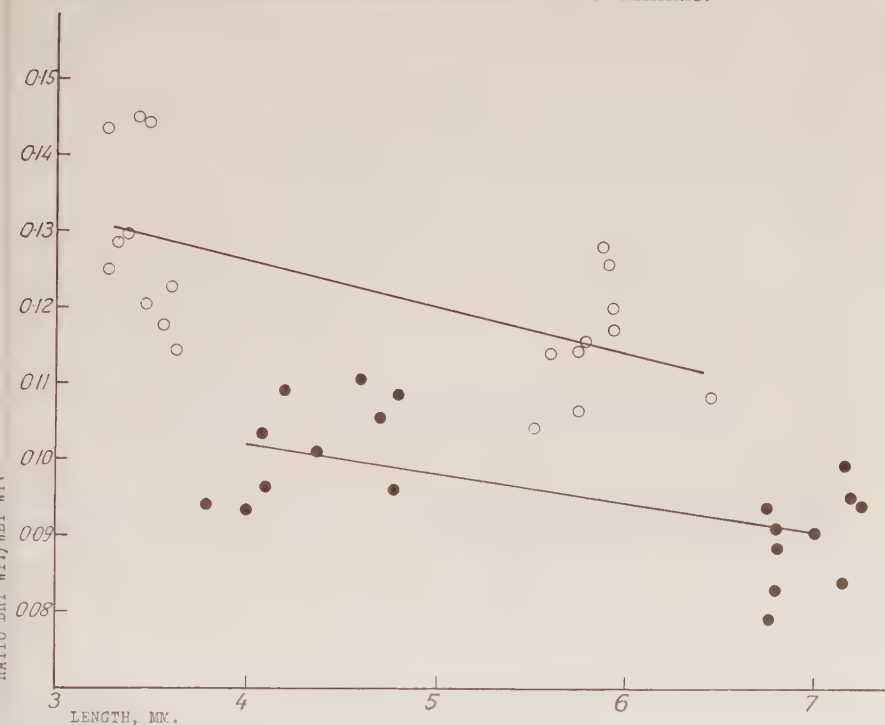


Fig. 3. Ratio of dry weight to wet weight in relation to total length of males of *Artemia* reared in different salinities. ● S⁰/₀₀ 35; ○ S⁰/₀₀ 140.

One of the most noticeable features of the growth of males of *Artemia* is the heterogonic development of the second antennae. Measurements of the total length of males do not take this appendage into account. As will be seen in figure 1 the second antennae have a large surface area relative to the size of the animal. Any difference in relative growth of the antennae in the two experimental brines might account for the difference in rate of oxygen uptake. In figure 4 the area, expressed in arbitrary units, of the second antennae of males reared in sea water is compared with that of males reared in brine of salinity 140‰, over the same size range as that selected for the experiments on oxygen uptake. It can be seen that with increasing

size of the animal the area of the second antennae increases more rapidly in sea water than in concentrated brine. This greater surface area could account for the greater increase in oxygen consumption.

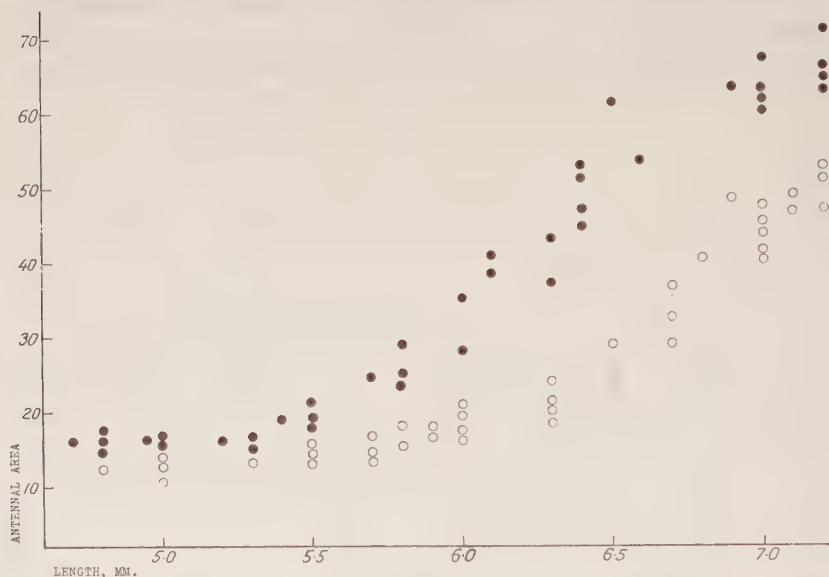


Fig. 4. Area of second antennae of males of *Artemia*, expressed in arbitrary units, in relation to total length of animals reared in two different salinities. ● $S^{\circ}/_{\infty}$ 35; ○ $S^{\circ}/_{\infty}$ 140.

DISCUSSION

It has been shown by BERTALANFFY & KRYWIENCZYK (1953) that the oxygen consumption of *Artemia*, measured in one salinity, is proportional to the square of the body length according to the surface rule. Length squared can only be used as an estimate of surface area if the animals are constant in shape over their size range. Males and females of *Artemia*, of the same total length, cannot be assumed to have the same surface area. Brine shrimps change in shape with increasing size and do so in different ways in the two sexes. In males, the main feature of this change in shape is the heterogonic growth of the second antennae. There is no comparable change in shape in females although it is known that body proportions change with size (GILCHRIST 1956).

The oxygen consumption of males of *Artemia* in relation to salinity is not the same as that of females. With increasing size, the rate of increase in oxygen uptake by males in sea water is significantly greater

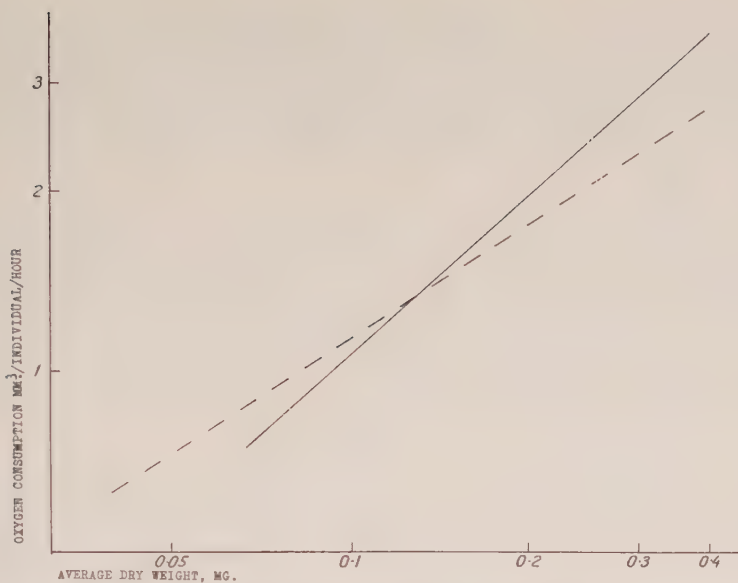


Fig. 5. Regression lines relating oxygen consumption to dry weight of males and females of *Artemia* reared in sea water (S‰ 35).
 — males (from fig. 2); - - - females (from GILCHRIST 1956).

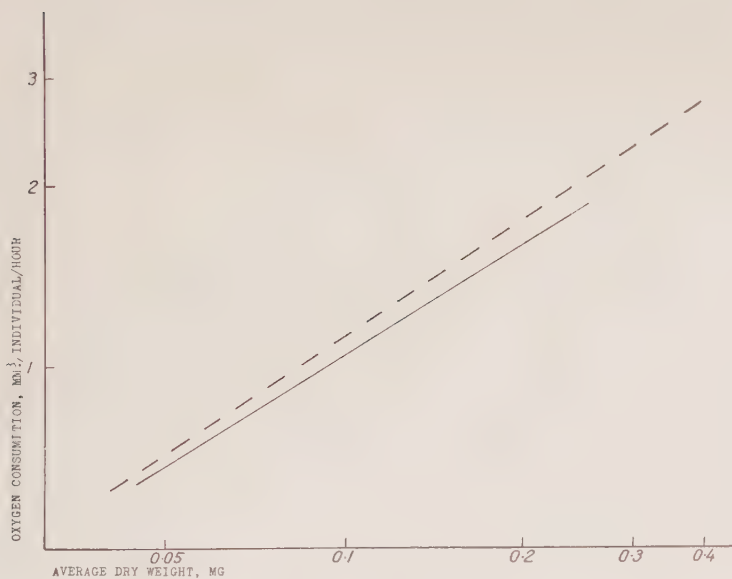


Fig. 6 Regression lines relating oxygen consumption to dry weight of males and females of *Artemia* reared in brine of salinity 140‰
 — males (from fig. 2); - - - females (from GILCHRIST 1956).

than males in brine of salinity 140‰. The actual magnitude of oxygen uptake of small males is not significantly different in the two media, but with increasing size above a dry weight of 0.16 mg. the magnitude of oxygen uptake is significantly different in the two brines. Males with a dry weight of 0.16 mg. have a total length of about 5.5mm.

The difference in rate of oxygen uptake with increasing size of males in the two different salinities can be explained in terms of the difference in rate of increase in surface area of the second antennae. Both the increase in oxygen consumption and increase in area of the antennae with increasing size of the animals, is greater in sea water than in concentrated brine. It is of interest to note that the difference in area of the second antennae becomes more marked with increase in size of individuals above 5.5 mm in length.

The oxygen consumption of females of *Artemia* is of the same magnitude and increases at the same rate with increasing size of the animals in sea water and in brine of salinity 140‰ (GILCHRIST 1956). In figures 5 and 6 the average regression lines fitting the data for the oxygen consumption of females in relation to dry weight are compared with the regression lines representing the oxygen uptake of males. The oxygen consumption of males and females in concentrated brine is of the same magnitude and increases at the same rate as the size of the animals increases. In sea water, the oxygen consumption of males increases at a significantly greater rate with increase in size of the animals. With 't' = 3.04 and 36 degrees of freedom a value for $P < 0.01$ is obtained. Since the rate of oxygen consumption of females is the same in the two different media, the difference in rate of oxygen consumption between males and females in sea water must be related to the greater increase in area of the second antennae of males in this medium.

The increase in oxygen uptake of males with increasing size is greater in sea water than in concentrated brine. It is suggested that the more rapid increase in surface area of the second antennae of males in sea water might account for the higher rate of oxygen consumption. The oxygen uptake has been related to dry weight. If the average dry weight per individual male is plotted graphically against the average length per individual it is found that the increase in dry weight with increase in length proceeds at the same rate in the two different salinities (fig. 7). Since the ratio of dry weight to wet weight changes with size at the same rate in the two media, the change in wet weight must also occur at the same rate. Thus, although the surface area of the second antennae of males reared in sea water is increasing more rapidly than in males reared in concentrated brine there is no reflection of this in either wet or dry weights. It seems,

therefore, that a change in shape is involved not accompanied by a measurable change in weight, and that oxygen consumption is directly related to surface area.

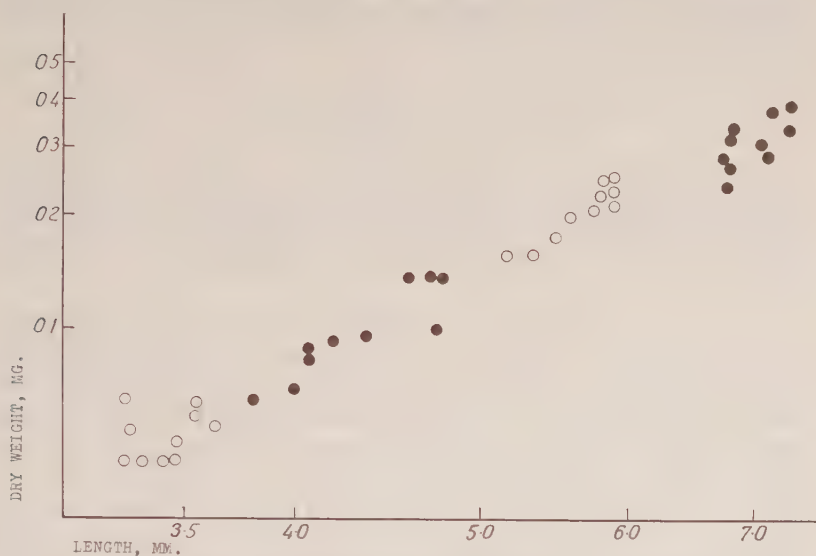


Fig. 7. Relationship of length to dry weight of males of *Artemia* reared in two different salinities, both on a logarithmic scale. ● $S^{0}_{/00} 35$; ○ $S^{0}_{/00} 140$.

SUMMARY

1. The oxygen consumption of males of *Artemia* ranging in length from 3.27 to 7.25 mm was measured in animals reared in sea water ($S^{0}_{/00} 35$) and brine of salinity $140^{0}_{/00}$.
2. The ratio of dry weight to wet weight was measured over the size range. Males reared in sea water have a higher water content than in more concentrated brine. Large males contain relatively more water than small in both concentrations of brine. The increase in water content with increasing size occurs at the same rate in the two media.
3. The area of the second antennae of males increases more rapidly with increasing size in animals reared in sea water than in concentrated brine.
4. Total oxygen consumption is proportional to the 0.883 and 0.624 power of the dry weight for animals reared in sea water and in brine of salinity $140^{0}_{/00}$ respectively.
5. The increase in oxygen consumption with increasing size of males is significantly greater in sea water than in more concentrated brine. This is related to the larger area of the second antennae in sea water.

6. The oxygen consumption of males is compared to that of females. In concentrated brine there is no difference in the magnitude and rate of oxygen uptake of males and females. In sea water the oxygen consumption of males increases more rapidly than females with increasing size of the animals.

RÉSUMÉ

1. La consommation d'oxygène d'*Artemia* mâles de longueur variant de 3.27 à 7.25 mm a été mesurée chez des animaux élevés soit dans l'eau de mer ($S^{0/00}$ 35), soit dans une saumure de 140 p. mille de salinité.

2. Le rapport du poids sec au poids frais a été mesuré pour la gamme des tailles étudiée. Les mâles élevés dans l'eau de mer présentent une teneur en eau supérieure à ceux élevés dans le milieu plus concentré. Dans les deux milieux, les grands mâles contiennent relativement plus d'eau que les petits. Le taux d'accroissement de la teneur en eau en fonction de la taille est identique dans les deux milieux.

3. Le taux d'accroissement de la surface antennaire des mâles en fonction de la taille est plus élevé chez les animaux adaptés à l'eau de mer que chez ceux provenant du milieu plus concentré.

4. La consommation d'oxygène est proportionnelle aux puissances 0.883 et 0.624 du poids sec, respectivement chez les animaux élevés en eau de mer et ceux élevés dans la saumure à 140 p. mille.

5. Le taux d'accroissement de la consommation d'oxygène en fonction de la taille est significativement plus élevé dans l'eau de mer. Ce fait est en corrélation avec la surface antennaire plus importante des animaux élevés dans ce milieu.

6. La consommation d'oxygène des mâles est comparée à celle des femelles. Dans la saumure concentrée, il n'y a de différence ni dans le niveau du métabolisme, ni dans son taux d'accroissement en fonction de la taille. Il n'en va pas de même en eau de mer, où ce taux est plus élevé chez les mâles.

ACKNOWLEDGEMENTS

It is a pleasure to thank Professor KAJ BERG for kindly reading and criticising the manuscript. I should also like to thank Dr. J. GREEN for much helpful discussion and Miss M. A. Creasy for advice on the statistical treatment of the results.

REFERENCES

- BERTALANFFY, L. VON, & J. KRYWIENCZYK - 1953 - The surface rule in crustaceans. *Amer. Nat.* 87, 107.
- ELIASSEN, E. - 1952 - The energy metabolism of *Artemia salina* in relation to body size, seasonal rhythms, and different salinities. *Univ. Bergen Årb. naturv. R.* 11, 1.
- FOX, H. M. & C. A. WINGFIELD - 1938 - A portable apparatus for the determination of oxygen dissolved in a small volume of water. *J. exp. Biol.* 15, 437.
- GILCHRIST, B. M. - 1956 - The oxygen consumption of *Artemia salina* (L.) in different salinities. *Hydrobiologia* 8, 54.
- KUENEN, D. J. - 1939 - Systematical and physiological notes on the brine shrimp, *Artemia*. *Arch. neerl. Zool.* 3, 1.

Le réflexe aéro-cardiaque chez la carpe commune (*Cyprinus Carpio* L.) et le phénomène d'échappement

par

A. SERFATY et P. RAYNAUD

Laboratoires de Biologie générale et de Physiologie Générale,
Faculté des Sciences de Toulouse.

Dans un précédent travail sur l'électrocardiographie du Poisson placé dans son biotope, nous avons montré que la Truite de rivière (*Salmo trutta* L.), présente, lors de l'émersion, un réflexe aéro-cardiaque très net, se manifestant par une forte bradycardie. Le sujet ne résiste, au contact de l'air, que peu de temps car au-delà d'une ou deux minutes, l'animal se débat vigoureusement et donne des signes importants d'asphyxie brutale, la mort de l'individu survenant rapidement après plusieurs minutes.

A la suite de ces constatations, nous nous sommes demandés quelle serait la réaction cardiaque de la Carpe commune, sujet mieux adapté que la Truite de rivière, pour résister à une vie aérienne.

TECHNIQUE

Nous avons opéré sur des Carpes communes de la variété miroir (*Cyprinus carpio* L.) pesant entre 150 et 200 grammes. Les sujets, conservés dans l'eau du robinet de la ville depuis plusieurs semaines, sont immobilisés dans un appareil de contention grillagé. Nous utilisons pour notre technique électrocardiographique (A. SERFATY & P. RAYNAUD, 1956) des électrodes constituées par de fines aiguilles en acier recouvertes pour établir un bon isolement, sauf aux extrémités, d'une couche de gomme laque. Les deux dérivation sont ensuite reliées à un oscillographe cathodique. La dérivation active est implantée dans la région précordiale (face ventrale) tandis que la dérivation distale baigne dans le milieu naturel. (Température du

milieu: 19 à 20°). La fréquence cardiaque du sujet, celui-ci étant au repos absolu depuis plusieurs minutes, est mesurée très facilement, en bloquant le spot lumineux dans son déplacement horizontal. Les accidents verticaux deviennent seuls visibles et en particulier l'accident R. Le réflexe d'émersion est déclenché, comme chez la Truite de rivière, en faisant émerger plus ou moins la région bucco-branchiale, le reste du corps restant immergé.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'ensemble de nos résultats étant parfaitement concordant, nous ne donnerons qu'un tracé type, celui de l'expérience réalisée en juillet dernier (temps d'émersion: 49 minutes).

La lecture du graphique permet de distinguer, au cours de la période d'émersion deux phases:

La première phase est caractérisée par une réduction de la fréquence cardiaque $\frac{f}{F} = 0,11$ (f représente la fréquence minima, F la fréquence maxima normale stabilisée). Ce rapport des fréquences cardiaques traduit l'existence d'une forte bradycardie qui atteint son maximum d'action après 10 minutes environ, durée que l'on peut appeler temps d'effet maximum.

Dans les expériences effectuées, le rapport des fréquences cardiaques (K fc) varie entre 0,32 et 0,08; il en est de même, du temps d'effet maximum qui oscille selon les sujets examinés entre 5 et 10 minutes. L'étude de ces deux constantes physiologiques serait intéressante à rechercher chez divers types de poissons, de comportements variés, car ces dernières représenteraient une caractéristique du système neuro-végétatif de l'individu.

La seconde phase est caractérisée, malgré la persistance de l'émersion (49 minutes au total dans l'expérience type) par une augmentation de la valeur de la fréquence cardiaque; il y aurait un phénomène que l'on peut appeler échappement relatif, par analogie à l'échappement ventriculaire que l'on observe chez les Mammifères, lors d'une stimulation prolongée des vagues. En effet, la valeur de cette fréquence passe de 7 à 26 à la minute puis retombe à 19-20 et se maintient à cette valeur jusqu'au moment de l'immersion. Cette augmentation fugace de la fréquence (26) donne naissance à un accident que nous retrouvons dans tous nos tracés et sur lequel il nous est, actuellement, difficile de donner une explication précise.

La durée de l'émersion étant terminée, si nous replongeons les Carpes dans leur milieu, la bradycardie cesse et la fréquence normale réapparaît après 6 à 10 minutes.

Notons, en outre, que si l'arythmie plus ou moins prononcée semble être la règle chez les espèces précédemment étudiées (Tanche commune (A. SERFATY, P. RAYNAUD 1957a), Truite de rivière, Carpe commune), cette anomalie s'accroît nettement pendant la durée de l'émergence; de plus, pendant celle-ci, il semble que l'amplitude des accidents ventriculaires soit plus importante (observation directe).

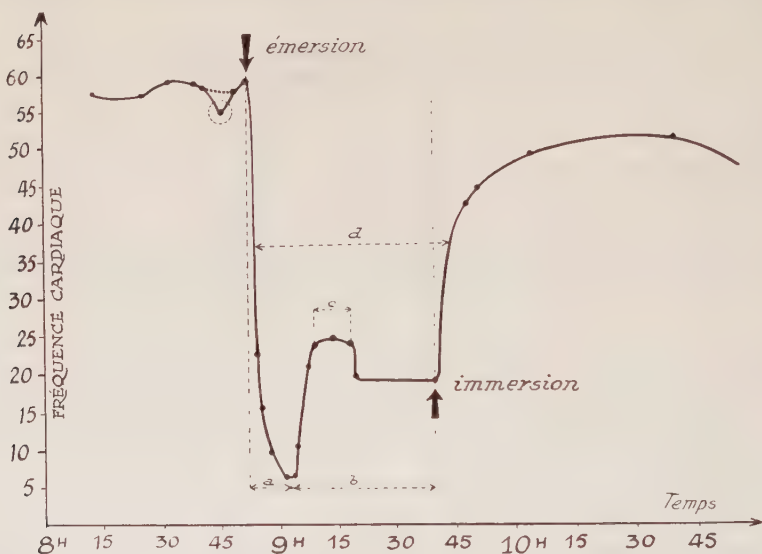


Fig. 1. Influence de l'émergence et de l'immersion sur la fréquence cardiaque de la Carpe miroir poids: 180 g. - Température du milieu: 18°

Temps d'émergence : 8 h 57 — 9 h 46 = 49 minutes

- a = temps d'effet maximum
- b = zone d'échappement relatif
- c = accident fugace
- d = zone de forte arythmie

Si l'on compare le réflexe aéro-cardiaque de la Truite de rivière (A. SERFATY & P. RAYNAUD, 1957b) à celui de la Carpe commune, nous noterons des différences de manifestations entre les deux espèces étudiées. En particulier, les réactions de la Truite paraissent plus franches et plus rapides; ainsi lors du passage eau-air, la reprise de la fréquence cardiaque est presque immédiate chez la Truite alors que chez la Carpe, celle-ci dure plusieurs minutes.

Les trois caractères observés: réflexe bradycardique, échappement relatif, arythmie importante, chez la Carpe, lors d'un changement brusque de milieu (eau-air), sont le signe d'une réaction importante du vague. Notamment, les phénomènes d'échappement et d'arythmie

accusée, peuvent traduire une lutte entre l'action freinatrice du vague et un relachement de l'effet de celle-ci. ¹⁾).

Comment expliquer l'apparition de ces caractères physiologiques?

Deux hypothèses sont à suggérer?

1. Ou bien la fibre vagale, fortement excitée par le changement brusque de milieu donnerait des signes se traduisant de façon intermittente par des modifications ²⁾ d'excitabilité et de conductibilité qui expliqueraient l'arythmie et le phénomène d'échappement relatif. Dans ce cas, ces variations de l'effet vagal détermineraient cette tachycardie relative.

2. Ou bien d'une diminution d'excitabilité des centres bulbaires trouveraient leur origine soit par dépression due au manque d'oxygène, soit dans des formations analogues à celles des zones réflexogènes des Vertébrés supérieurs. Mais chez les Poissons, cette question n'est pas résolue; cependant on connaît des zones analogues à celles que l'on observe chez les Mammifères. Il serait intéressant de rechercher l'efficacité de ces formations chez les Apodes, téléostéens qui réagiraient au milieu aérien selon GITTER (cité par SKRAMLIK) par une tachycardie. Rappelons que lors d'une asphyxie lente, on observe, chez les Vertébrés une réaction tachycardique d'origine réflexogène.

D'une façon plus générale, on peut être amené à supposer:

- a. que la bradycardie réflexe serait d'autant plus brutale que l'individu est moins résistant au milieu aérien.
- b. que la tachycardie relative succédant à une forte bradycardie due au réflexe aéro-cardiaque serait d'autant plus importante que le sujet est plus résistant au milieu aérien.

Ces interprétations, et notamment la seconde basées sur l'existence de formations particulières, ne sont que des hypothèses de travail.

CONCLUSIONS

Chez la Carpe commune (*Cyprinus Carpio* L.) variété miroir, l'émersion de la région bucco-branchiale déclenche:

1. une bradycardie nette qui paraît moins brutale que celle obser-

¹⁾ Le coeur des Poissons n'est innervé que par le parasympathique. Jusqu'à présent, on n'a pu mettre en évidence une innervation sympathique du coeur du Poisson. On n'a jamais observé d'effet physiologique d'origine sympathique. En particulier, chez le *Scylliorhinus canicula*, l'excitation du ganglion sympathique ne produit pas d'accélération.

²⁾ La dénomination de fatigue du pneumogastrique est peu adéquate, car les troncs nerveux sont pratiquement infatigables.

vée chez la Truite dans les memes conditions d'expérience.

2. cette bradycardie est suivie d'un phénomène d'échappement relatif plus ou moins accentué dont nous ignorons encore le mécanisme exact.

3. l'immersion supprime la bradycardie et détermine un retour à une valeur de fréquence tendant vers la normale; ce retour semble plus progressif que chez la Truite.

4. l'arythmie est accentuée pendant la période d'immersion.

BIBLIOGRAPHIE

- SERFATY, A. & RAYNAUD, P. - 1956 - Electrocardiographie du Poisson dans son milieu naturel; *Bull. Soc. Zool., Fr.* 81, 121—126.
- SERFATY, A. & RAYNAUD, P. - 1957a - Quelques données sur l'électrocardiogramme de la Tanche (*Tinca tinca* L.) en eau douce; *Bull. Soc. Zool., Fr.* 82, 49—56.
- SERFATY, A. & RAYNAUD, P. - 1957b - Réflexe aéro-cardiaque chez la Truite de rivière (*Salmo trutta*, Linné ; *J. Physiol. Paris*, 49, 378—381.
- SKRAMLIK, E. VON - 1935 - Ueber den Kreislauf bei den Fischen; *Erg. Biol.*, 11, 2—130.

Der Aufwuchs auf den Kühltürmen der Dampfkraftwerke und einige einfache Abhilfemassnahmen

von

ALENA SLÁDEČKOVÁ & VLADIMÍR SLÁDEČEK

(Institut für Wassertechnologie der Chemisch-Technologischen Hochschule, Prag, Tschechoslowakei.)

I.

In den Dampfkraftwerken werden die Kohle oder der Kohlenstaub verbrannt und in einer Kesselanlage wird sorgfältig aufbereitetes Wasser verdampft. Aus dem Kessel tritt der Dampf in die Dampfturbinen und in dem mit den Turbinen gekuppelten Generator wird der elektrische Strom erzeugt.

Zweierlei Wasser wird in den Kraftwerken benutzt:

1. Speisewasser für Kessel, das durch viele technologische Vorgänge zur besten Qualität aufbereitet wird (z.B. durch Filtrierung, Flockung, Enteisung, Entmanganung, Entkarbonisierung, Enthärtung, Entölung, Entkieselung, Entgasung, Vollentsalzung), um Kesselstein, Schäumen, Korrosionen usw. zu verhüten.

2. Kühlwasser für die Kühlung der Maschinenteile und für die Kondensation des Dampfes. In den Kondensatoren nimmt das Kühlwasser die Wärme des eingeleiteten Abdampfes auf, erwärmt sich auf $35-45^{\circ}\text{C}$ und wird dann zum Kühlturm geführt, wo es sich wieder zu etwa $20-30^{\circ}\text{C}$ abkühlt und wird dann zu weiterer Kühlung angewandt. (SPLITTGERBER, 1951).

Während das Kesselspeisewasser keine Möglichkeiten zu biologischen Studien darbietet, ist das Kühlwasser belebt und die Organismen bereiten manchmal Ungelegenheiten im Betriebe.

Ein Kühlturm ähnelt einem sehr breiten Kamin von einigen Zehn Metern Höhe. Die unteren Drittel trägt ein Holzlattengerüst. Das aus den Kondensatoren austretende, zum Niederschlagen des Ab-

dampfes schon benutzte Wasser rieselt am vollen Umfange des Kühlturmes von der Höhe über das Lattengerüst und gibt seinen Wärmegehalt an die Luft ab, die von unten durchströmt.

Das um etwa 10-20° C abgekühlte Wasser sammelt sich in einem unter dem Kühlturm angeordneten Wasserbehälter, um zur weiteren Kühlung zu dienen. Viele Dampfkraftwerke besitzen einen geschlossenen Kühlwasserkreislauf und brauchen eine ständige Wasserversorgung nur als Ersatz für die im Betriebe vorkommenden Wasserverluste. Da die Beschaffenheit des Kühlwassers nicht zu streng beurteilt wird und lediglich Massnahmen zur Vermeidung von Korrosionen, Ablagerungen und Rohverstopfungen vorgenommen werden, bietet das Kühlwasser gute Lebensbedingungen für manche Organismen.

In der Literatur wurden einige Fälle beschrieben, in denen die Organismen (z.B. Chlamydobakterien, Moostierchen, Muscheln, Algen u.a.) zur Verstopfung von Kühlwasserleitungen oder Messingrohren der Kondensatoren der Dampfturbinen geführt haben (HAUPT, 1939, KAISLING, 1941, SPLITTGERBER, 1951).

II.

In der vorliegenden Arbeit wird der Aufwuchs auf den Kühltürmen von 5 grossen Dampfkraftwerken in Böhmen behandelt. Es handelte sich um ein Kraftwerk in Kladno in Mittelböhmen und vier Kraftwerken in Nordwestböhmen unter dem Erzgebirge. Die Proben des Aufwuchses wurden von dem Holzlattengerüst abgekratzt oder aus der Spritzzone des Einlasses entnommen. In allen Fällen wurde auch das Seston des Kühlwassers im Kreislaufe oder auch das des Rohwassers mikroskopisch und bakteriologisch untersucht. Die Sestonuntersuchungen wurden auf quantitative Weise vorgenommen, wobei die Planktonorganismen in einer Sedgwick-Rafter Planktonkammer gezählt und die Bakterien auf den Agarplatten kultiviert wurden. Für die Auswertung der Ergebnisse der bakteriologischen Analyse wurden die in der Tschechoslowakei gültigen Kriterien zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit in fliessenden Gewässern angewandt, die 5 Klassen enthalten:

Klasse:	<i>E.coli</i> /Liter	Saprobienstufe	O ₂ mg/l	BSV ₅ O ₂ mg/l
I. ausgezeichnetes Wasser	1.000	Katharobie Oligosaprobie	9	1 1—2
II. gutes Wasser	10.000	Oligosaprobie Beta-mesoprobie	7	
III. zulässiges Wasser	50.000	Beta-mesosaprobie	5	2—3
IV. zweifelhaftes Wasser	200.000	Alpha-mesosaprobie	4	3—5
V. ungeeignetes Wasser	200.000	Alpha-mesosaprobie Polysaprobie Hypersaprobie Antisaprobie	4	5

III.

Die Resultate der Untersuchungen sind wie folgt:

1. Kraftwerk in Kladno, 12.III.1957.

a. Als Quelle des Rohwassers dient der Fluss Vltava (Moldau). Das Flusswasser hatte am Tage der Untersuchung pH = 7,1, Gesamthärte = 4,1°, organische Stoffe nach Kubel (— Kaliumpermanganatverbrauch) = 8,9 mg/l O₂, Abdampfrückstand = 157 mg/l und Glühverlust = 65 mg/l. (Für die chemischen Analysen danken wir Frau Prof. Ing. Dr. JULIE HAMÁČKOVÁ).

Die Flussplanktongemeinschaft setzte sich aus folgenden Organismen zusammen: *freie Bakterien*, *Zooglea*, *Beggiatoa*; *Dinobryon divergens*, *Synura*, *Mallomonas caudata*, *Mallomonas coronifera*, *Chrysococcus rufescens*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Asterionella formosa*, *Melosira ambigua*, *Cryptomonas*, *Botryococcus*, *Euglena*, *Trachelomonas oblonga*, *Chlamydomonas*, *Eudorina elegans*; *Anthophysa vegetans*, *Sphaeroeca volvox*, *Flagellata apochromatica* div. sp., *Strombidium*, *Vorticella*, *Epistylis*, *Zoothamnium*. Die Quantität: *Chrysophyta* 50, *Diatomae* 100, *Chlorophyta* 50, *Flagellata apochromatica* 17.000, *Ciliata* 50, insgesamt 17.250 Organismen/cm³.

Die bakteriologische Analyse brachte mehr als 1.000.000 *Escherichia coli*/l.

Das Wasser in Flusse Moldau befand sich im Stadium einer intensiver Selbstreinigung unterhalb der Hauptstadt Prag, die ihre Abwässer nur ungenügend reinigte. Die Planktongemeinschaft zeigte das Verhältnis der Produzenten zu den Konsumenten = 200 : 17.050, eine Mischung von Organismen verschiedenen Ursprungs und verschiedener Saprobienstufen, die in eine schlechtere Alpha-Mesosaprobie resultierte. Der bakteriologischen Analyse nach handelte sich hier um ein Wasser der V. Klasse.

b. Dieses Rohwasser wird in einer Aufbereitungsanlage behandelt und zum Kraftwerk gepumpt. Die Wasseraufbereitung besteht aus einer schwachen Chlorierung und aus Schnellsandfiltern. Beides arbeitet unvollkommen, sodass ein kleiner Teil der Planktonorganismen in lebendem Zustande durchgeht.

Die chemischen Eigenschaften des aufbereiteten Wassers waren fast dieselben wie die des Rohwassers (pH = 7,5, Gesamthärte = 4,2°, organische Stoffe = 8,1, Abdampfdruckstand = 163 mg/l).

Es wurden 10 Organismen per 1 cm³ festgestellt: *Chlamydomonas*, *Navicula* und farblose Flagellaten.

Die bakteriologische Analyse brachte 20.000 *E. coli*/l, 10 mesophile und 10 psychrophile Bakterien/cm³.

Diese Resultate machten die Reinigungswirkung der Aufbereitungsanlage anschaulich: 97-98 % der Colibakterien und 99 % der Planktonorganismen wurden beseitigt. Das aufbereitete Wasser konnte als ein zur III. Klasse gehörendes bezeichnet werden.

c. Das Kühlwasser kommt zum Kühlturm schon in einem sehr geänderten Zustande, da es sich im Kreislauf befindet und dabei eingedickt und mit hartem Grubenwasser gemischt wird. Seine chemische Eigenschaften waren wie folgt: pH = 8,4, Gesamthärte 45,6°, Abdampfdruckstand = 1.771 mg/l.

Es lebten darin: freie Bakterien; *Navicula*; *Fusarium*, *Anthophysa vegetans*, *Flagellata apochromatica* div. sp., *Aspidisca lynceus*, *Chilodonella*, *Vorticella*, *Epistylis*, *Acineta* cf. *lacustris*, *Nematoda* g. sp. und *Nauplius*-Larven der Gattung *Cyclops*. Es gab 2.000 farblose Flagellaten und 50 Ciliaten in 1 cm³.

Die bakteriologische Analyse brachte 30.000 *E. coli*/l, sowie 118 psychrophile und 56 mesophile Bakterien per 1 cm³.

Dieses Wasser gehörte also der Planktonanalyse nach zur Alpha-mesosaprobe Stufe und nach der bakteriologischen Analyse zur III. Klasse.

d. Der Aufwuchs war auf diesem Kühlturm lediglich auf die Spritzzone des Einlasses beschränkt. Es gab dort reiche Überzüge der Blaualgen *Phormidium boryanum*, *Phormidium uncinatum* und der Grünalge *Hormidium subtile*. Darin befanden sich *naviculoiden* Diatomeen, farblose Flagellaten, Ciliaten, sowie Nematoden und *Bdelloide* Rotatorien. Die Aufwuchsgemeinschaft konnte als eine alpha-mesosaprobe bezeichnet werden. Diese Lokalität des Aufwuchses botete die Möglichkeit, dass sich im Falle von besseren Lebensbedingungen die Aufwuchsvegetation auf das gesamte Lattengerüst ausdehnte. Sonst war das Holz des Lattengerüsts nur mit einer dünnen Schicht von Flugasche bedeckt, in der farblose Flagellaten und Nematoden in kleiner Anzahl vorkamen.

2. Kraftwerk in Ervěnice, 19.III.1957.

a. In diesem Kraftwerke bedient man sich entweder des Wassers aus dem Flusse Ohře oder aus der Teichgruppe bei Jiřetín. Das Wasser aus der ersten Quelle wird mit Chlorung und Sandfiltration behandelt, während das Wasser aus den Teichen ganz ohne irgend eine Art von Aufbereitung zur Verwendung in den Kühlwasserkreislauf gebracht wird.

Das Rohwasser aus den Teichen hatte $\text{pH} = 7,6$, Gesamthärte $5,4^\circ$, organische Stoffe $= 4,7$ und Abdampfrückstand $= 234 \text{ mg/l}$.

Es konnten folgende Organismen in Plankton festgestellt werden: *Asterionella formosa*, *Cryptomonas ovata*, *Chlamydomonas*, *Eudorina elegans*, *Anthophysa vegetans*, *Flagellata apochromatica div. sp.*, *Vorticella* und *Holotricha g. sp.* Die Menge der Algen betrug 300, die der farblosen Flagellaten $50/\text{cm}^3$.

An Colibakterien wurden $45.000/\text{l}$, an den psychrophilen 33 und an mesophilen $10/\text{cm}^3$ gezählt.

Dieses Rohwasser war als ein beta-mesosaprobies, der III. Klasse gehörendes anzusehen.

b. Das Kühlwasser im Betriebskreislauf wich vom Rohwasser recht viel ab. Es hatte $\text{pH} = 8,0$, Gesamthärte $= 29^\circ$, organische Stoffe $16,5 \text{ mg/l O}_2$ und Abdampfrückstand $= 1.274 \text{ mg/l}$.

Die Anzahl der Colibakterien betrug $13.000/\text{l}$, die der psychrophilen 268 und die der mesophilen Bakterien 60 per 1 cm^3 .

Nur viele farblose Flagellaten (etwa 2.500 in 1 cm^3) und einige Nematoden sowie Bdelloiden konnten beobachtet werden.

Das stark eingedickte Kühlwasser befand sich auf der alpha-mesosaprobies Stufe der Wasserreinheit, wobei die Umweltfaktoren der Colibakterien als recht ungünstig zu bezeichnen waren.

c. Der Aufwuchs aus einem alten Kühlturm bestand aus reichen Fäden von Grünalgen *Cladophora glomerata*, *Oedogonium sp. steril.*, Initialstadien von *Stigeoclonium* und der Blaualge *Lyngbya nigra*. Im Aufwuchse konnten noch *Melosira varians*, *Navicula*, *Cylochaeta*, *Nematoda g. sp.* und das bdelloide Rädertier *Adineta gracilis* festgestellt werden.

d. Der Aufwuchs auf einem neuen Kühlturm hatte eine andere Zusammensetzung. Es handelte sich hier um *Cladophora glomerata* in Initialstadien, *Stigeoclonium tenue* und Protonematen einer unbestimmten Laubmoosart.

Die Aufwuchsgemeinschaften von beiden Kühltürmen konnten als alpha-mesosaprobe betrachtet werden.

3. Kraftwerk in Komořany, 19.III.1957.

a. In diesem Dampfkraftwerke leitet man das völlig ungereinigte Rohwasser aus der Teichgruppe bei Jiřetín direkt in den Kühl-

wasserkreislauf ein. Die chemische Analyse des Teichwassers brachte ähnliche Ergebnisse wie bei dem obenerwähnten Kraftwerk: pH = 7,2, Gesamthärte = 6,8°, organische Stoffe = 6,0 mg/l O₂, Abdampfrückstand 292 mg/l.

Durch die Kultivation wurden 53.000 Colibakterien per Liter festgestellt, während die Anzahl der psychophilen 21 und die der mesophilen Bakterien 16 per 1 cm³ betrug.

An Nannoplankton wurden gewonnen: *Asterionella formosa*, *Melosira ambigua*, *Melosira granulata*, *Synedra acus*, *Cryptomonas ovata*, *Cryptomonas curvata*, *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Coelastrum microporum*, *Flagellata apochromatica* g. sp., *Aspidisca costata* und *Codonella cratera*. Es gab 250 Algen und 100 farblose Flagellaten pro 1 cm³.

Das Rohwasser gehörte zur beta-mesosaprobe Stufe.

b. Das Kühlwasser zeigte wieder einen grösseren Grad von Eindickung: pH = 7,6, Gesamthärte = 16,8°, organische Stoffe 6,0, Abdampfrückstand = 714 mg/l.

Als Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung konnten etwa 1.000 *Escherichia coli* pro Liter und 57 psychophile sowie 22 mesophile Bakterien pro 1 cm³ gezählt werden.

In diesem Wasser wurden mikroskopisch nur einige Organismen festgestellt: *Cymbella*, *Inizialstadien von grünen Fadenalgen*, farblose Flagellaten und Nematoden. Die Anzahl der Flagellaten betrug etwa 100 per 1 cm³.

Die Wasserbeschaffenheit konnte als alpha-mesosaprobe betrachtet werden. Es muss wiederholt betont werden, dass die Colibakterien in diesem Wasser schlecht gedeihen.

c. Die Kühltürme trugen eine reiche Aufwuchsvegetation. Es handelte sich um die Blaualgen *Phormidium boryanum* und *Lyngbya nigra*, sowie um die Grünalge *Stigeoclonium flagelliferum*. Die Begleitgemeinschaft bestand aus *Navicula*, *Amoeba*, *Aspidisca costata*, *Lionotus*, *Nematoda*, *Coturella*, *Proales*, *Cephalodella* und *Habrotrocha*. Wiederum Alpha-mesosaprobe.

4. Kraftwerk in Záluží, 19.3.1957.

a. Dieses Kraftwerk hat als Rohwasser auch das Wasser aus der Teichgruppe bei Jiřetín zur Verfügung. Deshalb wurden keine Analysen gemacht.

b. Im Kreislaufe sich befindendes Kühlwasser hatte pH = 7,9, Gesamthärte = 20,8°, organische Stoffe = 9,1 und Abdampfrückstand = 834 mg/l.

Bei der bakteriologischen Analyse gelang es nicht, die Anzahl der Colibakterien zu bestimmen. Sie war aber niedrig und kann als minder als 1.000/l angesehen werden. Die Anzahl der psychophilen

Bakterien war 11, die der mesophilen $89/\text{cm}^3$.

Das Wasser enthielt *Melosira ambigua*, *Flagellata apochromatica* div. sp., *Euglypha*, *Coleps hirtus*, *Nematoda* und das Rädertier *Colurella*, insgesamt $50 \text{ Organismen}/\text{cm}^3$.

Wegen der recht niedrigen Anzahl der Colibakterien war es möglich, dieses Kühlwasser mit gewissem Bedenken als schlechter beta-mesosaprobies zu bezeichnen.

c. Der Aufwuchs auf den Kühltürmen bestand hauptsächlich aus *Cladophora* sp., teils mit einer anomalen Zweigung, und aus *Ulothrix tenerrima* und Initialstadien von *Stigeoclonium*. Die Begleitgemeinschaft war ziemlich reich: *Navicula*, *Melosira varians*, *Flagellata apochromatica*, *Vorticella*, *Nematoda*, *Colurella*, *Philodina roseola*, *Cephalodella* und eine unbestimmte *Bdelloidea*-Art. Ferner waren leere Schalen von *Melosira*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Synedra* und *Euglypha* anwesend.

Die Aufwuchsgemeinschaft gehörte zur alpha-mesosaprobe Stufe.

5. Kraftwerk in Teplice, 19. III. 1957

a. Als Kühlwasser wird hier das Trinkwasser aus dem städtischen Wasserwerke angewandt. Dieses hatte $\text{pH} = 6,3$, Gesamthärte $1,4^\circ$ und Abdampfdruckstand = $8,6 \text{ mg/l}$.

b. Das Kühlwasser im Kreisläufe hatte $\text{pH} = 6,2$, Gesamthärte = $21,4^\circ$, organische Stoffe nach Kubel 11 mg/l O_2 und Abdampfdruckstand = 969 mg/l .

Es wurden 42.000 E. coli per 1 Liter, weiter 83 psychrophile und 1.200 mesophile Bakterien per 1 cm^3 gewonnen.

Das Wasser enthielt lediglich farblose Flagellaten und die Ciliaten *Vorticella* und *Epistylis*, insgesamt etwa $50 \text{ Organismen}/\text{cm}^3$.

Dieses Kühlwasser konnte in die III. Klasse der Wasserreinheit gestellt werden, wobei die Saprobienstufe unklar beta- bis alpha-mesoprob war.

c. Der Aufwuchs auf dem einzigen Kühlturm bestand aus Protone-maten und Stämmen von Laubmoosen, mit vereinzelt Fäden von Schimmelpilzen. Nur wenige farblose Flagellaten und Nematoden fanden hier Lebensmöglichkeiten.

IV.

Die Lebensbedingungen der Aufwuchsorganismen auf den Kühltürmen der Dampfkraftwerke können gewissermassen mit denen der in Thermalwasser verglichen werden. (VILHELM, 1924, VOUK, 1950, PRÁT, 1956). Die Wassertemperatur schwankt während des Jahres zwischen etwa 10° C im Winter bis zu etwa 40° C im Hochsommer.

Nur bei anhaltenden starken Frösten wird Eis an der Luftseite mancher Kühltürme gebildet. Daher gibt es im Winter im allgemeinen wenig Aufwuchs. Die Lebensbedingungen ähneln denen der Euthermen (28-44° C) oder im Winter denen der Chiarothermen (18-28° C) nach VOUK, 1950. Im Frühjahr und Sommer kommt es zur raschen Entwicklung der Grünalgen und Blaualgen. Soweit ihre Menge mässig ist, ist ihr Vorkommen für den Betrieb bedeutungslos. Falls aber der Aufwuchs sehr stark zunimmt, kann es zu Schwierigkeiten und Anständen kommen:

1. Die Kühlwirkung des Kühlturmes wird herabgesetzt, weil der Aufwuchs die Abkühlung des Wassers durch die Luft erschwert.
2. Die abgerissenen Klumpen von lebendigen oder abgestorbenen Algen können die Wasserleitung verstopfen oder sie verstopfen die sehr empfindlichen Kupfer- oder Messingröhren der Kondensatoren, was immer grosse Schäden und Verluste des Betriebes zur Folge hat.
3. Der Aufwuchs von Algen auf einem Kühlturm bedeutet eine ästhetische Störung des nüchternen und zweckmässigen Baues.

Die Beseitigung des Aufwuchses bereitet Schwierigkeiten. Weil eine rein mechanische Abreissung mit Hand sehr unökonomisch ist, wurden andere Methoden angewandt:

1. Die mechanische Beseitigung mittels eines starken Stromes einer Feuerwehrspritze. Dies macht man mit sehr gutem Erfolg etwa zweimal bis dreimal im Jahre im Kraftwerke Komořany. Das Lattengerüst soll nach solcher Behandlung fast vollkommen kahl und weiss sein.
2. Die einfache Chlorung des Wassers beim Einlass oben auf dem Kühlturm. Nach den Erfahrungen im Kraftwerke Ervénice genügen 1-2 Flaschen von unterchlorigsaurem Natrium für eine einmalige Behandlung, die etwa 2 bis 3 mal im Jahre wiederholt werden muss.
3. Die Einwirkung von verschiedenen Algiziden, die entweder in den Wasserkreislauf in gelöster Form zugegeben werden oder die schon in der Impregnation des Holzlattengerüstes enthalten sein sollen. Sie können anorganischen Ursprungs (z.B. Kupfervitriol) oder organischen Ursprungs sein (z.B. 2,3-Dichlornaphtochinon, Pentachlorphenolat u.a.) und manchmal handelt es sich um Mischungen. Ihre Anwendung ist jedoch teurer und macht grössere Ansprüche auf die Durchführung und Bedienung.

V.

DAS KÜHLWASSER DER HOCHÖFEN

In Kladno gab es 12.III. Gelegenheit auch das Kühlwasser eines Hochofens zu untersuchen. Der eigentliche Aufwuchs konnte leider

nicht gewonnen werden. Das Wasser, das die Wände des Hochofens abkühlte, enthielt: *Navicula*, *Hormidium subtile*, Inizialstadien von *Stigeoclonium*, *Flagellata apochromatica* div. sp., *Anthophysa vegetans*, *Nematoda*, *Bdelloidea* und *Nauplius* von *Cyclops*. Die Anzahl der farblosen Flagellaten war etwa 9.000/cm³. Die bakteriologische Analyse brachte 20.000 Colibakterien/l, weiter 84 psychrophile und 1.176 mesophile Bakterien pro 1 cm³. Dieses Kühlwasser befand sich auch im Kreislaufe. Die Auffindung der grünen Fadenalgen in dieser Wasserprobe führt zur Vermutung, dass auch die Hochöfen Aufwuchs tragen.

VI.

EINIGE ÖKOLOGISCHE BEMERKUNGEN

Im Aufwuchs der Kühltürme trat hie und da *Hormidium subtile* (KÜTZING) HEERING auf, das hellgrüne Klumpen bildete. Diese Fadenalge ist von mit Wasser berieselten Stellen, Wasserfällen, Wassertrögen und Rinnen mit fließendem Wasser bekannt.

Die erhöhte Wassertemperatur des Kühlwassers hatte zur Folge, dass im Aufwuchs einige Blaualgenarten festgestellt werden konnten, die nach den Literaturangaben (GEITLER, 1932, GOLLERBACH, KOSINSKAJA & POLJANSKIJ, 1953) auch auf dem heissen und feuchten Boden und in den Thermalquellen vorkommen. Es handelt sich um *Phormidium uncinatum* (AG.) GOMONT und *Lyngbya nigra* AGARDH.

An einigen Stellen trat eine grüne Fadenalge vor, die im Wasserströme lange, rauhe und im Wasser flatternde Haare bildete. Diese Fadenalge hatte die Zellenbau ganz identisch mit der siphonocladialen Alge *Cladophora glomerata* (L.) KÜTZING, aber die dichte für *Cladophora glomerata* so typische Verzweigungen hatten hier einen anderen Charakter. Manche Fäden zweigten sich auf die normale Weise, wenn auch nicht so häufig, andere Fäden hatten die Zweigung nur angedeutet, die Zellen waren an den Querwänden verdickt, wie Fig. 1 zeigt. Diese anomale Verzweigung wurde wahrscheinlich durch die höhere Wassertemperatur verursacht, da die *Cladophora* in der Natur vorwiegend im kalten Wasser vorkommt. Auch die grosse Wasserströmung, die auf dem Kühlturm rascher ist, als in natürlichen fließenden Gewässern, kann hier eine bedeutsame Rolle spielen.

Im Plankton des Flusses Vltava nördlich von Prag wurde eine seltene Kaltwasserart der Gattung *Mallomonas* - *Mallomonas cornifera* MATVIENKO gefunden. Diese Art wurde von der Ukraine beschrieben und in der Tschechoslowakei schon im Plankton der Talsperre Sedlice am Flusse Želivka und im Flusse Vltava beobachtet (PERMAN & VINNIKOVÁ, 1955).

VII.

SCHLUSS

1. In fünf Dampfkraftwerken in Mittel- u. Nordwestböhmen wurde in März 1957 der Aufwuchs auf den Kühltürmen untersucht. Als häufigste Aufwuchsorganismen kann man die folgenden Arten bezeichnen:

Blualgen: *Phormidium boryanum* KÜTZING,
Phormidium uncinatum (AGARDH) GOMONT,
Lyngbya nigra AGARDH,

Grünalgen: *Ulothrix tenerrima* KÜTZING,
Hormidium subtile (KÜTZING) HEERING,
Stigeoclonium flagelliferum KÜTZING,
Stigeoclonium tenue KÜTZING,
Stigeoclonium sp.,
Oedogonium sp.,
Cladophora glomerata (L.) KÜTZING,

Musci: g. sp. (*Protonemata*)

2. Die Begleitgemeinschaft, die in den Algenfaden lebt, wird hauptsächlich von *Diatomeen* (*Navicula*, *Melosira*), *Phycomycophyta*, *Flagellata apochromatica*, *Rhizopoda*, *Ciliata* (*Aspidisca*, *Lionotus*, *Vorticella*) und *Rotatoria* (*Adineta*, *Habrotrocha*, *Philodina*, *Cephalodella*, *Proales*, *Colurella*) gebildet.

3. Der Aufwuchs wird besonders in den Sommermonaten bei der Wassertemperatur von 30-40° C gebildet. Er überwintert jedoch in spärlicher Menge alljährlich. Wenn man die Lebensbedingungen mit denen der Thermalwasser vergleicht, handelt es sich hier um Euthermen bis Chiarothermen, die dem Blau-grün-Thermen Typus nach VOUK, 1950 gehören.

Fig. 1. Die Grünalge *Cladophora glomerata* (L.) KÜTZING mit einer anomalen Verzweigung (die Verzweigungen sind meist nur angedeutet, die Zellen in der Nähe der Querwände angeschwollen).

Fig. 2. Die Blualge *Lyngbya nigra* AGARDH, Breite der Trichome 8—10 μ .

Fig. 3. Die Grünalge *Ulothrix tenerrima* KÜTZING, Breite der Fäden 9—10 μ .

Fig. 4. Die Blualge *Phormidium boryanum* KÜTZING, Breite der Trichome 3 μ .

Fig. 5. Die Blualge *Phormidium uncinatum* (AG.) GOMONT, Breite der Trichome 6—8 μ .

Fig. 6. Die Grünalge *Hormidium subtile* (KÜTZING) HEERING, Breite der Fäden 6—7 μ . Orig. A.S.



4. Die Bildung des Aufwuchses ist von der Art des Kühlwassers unabhängig. Er wächst in dem völlig ungereinigten Oberflächenwasser, als auch im aufbereiteten Wasser und sogar im Trinkwasser. Das Kühlwasser im Kreislauf wird etwa zur alpha-mesosaprophyten Stufe verunreinigt ohne Rücksicht auf die ursprüngliche Reinheitsstufe. Eine vollkommene Aufbereitung des Kühlwassers ist daher nicht zweckmässig. Die Colibakterien gedeihen im Kühlwasser schlecht.
5. Die Flugasche, die in den Dampfkraftwerken alles überdeckt, hat keine hemmende Wirkung auf die Bildung des Aufwuchses.
6. Als bewährte einfache Methoden zur Algenbeseitigung werden die Abwaschung mittels einer starken Feuerwehrspritze und die Behandlung mit Chlor empfohlen.

LITERATUR

- GEITLER, L. - 1932 - *Cyanophyceae; Kryptogamenflora v. Deutschland, Österreich u. Schweiz* 14, p. 1196, Leipzig.
- GOLLERBACH, M. M., E. K. KOSINSKAJA & V. I. POLJANSKIJ - 1953 - *Sinezelenye vodorosli; Opređelitel presnovodnych vodoroslej SSSR* 2, p. 652, Moskva.
- HAUPT, H. - 1939 - Verstopfung von Kühlwasserleitungen durch Muscheln und Abhilfemassnahmen; *Mitteilungen V.G.B.* 71: 58.
- HEERING, W. - 1914 - *Chlorophyceae III. Ulotrichales, Microsporales, Oedogoniales; Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs u.d. Schweiz* 6, p. 250, Jena.
- HOFFMANN, U. - 1956 - Innenbewuchs von Rohrleitungen; *Einführungsvorträge zum Trink-, Brauch- u. Abwasserbiologischem Kurs am Zool. Inst. d. Karl-Marx-Universität*: 44-53, Leipzig.
- KAISLING, F. - 1941 - Behandlung von Kühlturmwasser; *Mitteilungen V.G.B.* 83/84: 134-139.
- KOLKWITZ, R. - 1935 - Pflanzenphysiologie; III. Aufl., p. 310, Jena.
- LIEBMANN, H. - 1951 - Handbuch der Frischwasser- u. Abwasserbiologie. I. - P. 539, München.
- PERMAN, J. & A. VINNIKOVÁ - 1955 - Three Chrysomonads of Winter Plankton; *Preslia* 27: 272—279.
- PRÁT, S. - 1956 - Zur Physiologie der Mineral- und Thermalwasservegetation; *Hydrobiologia* 8: 328—364
- SPLITTGERBER, A. - 1951 - Wasseraufbereitung für den Bergbaubetrieb; P. 181, Halle (Saale).
- VILHELM, J. - 1924 - La végétation thermale de Piešťany et d'autres sources chaudes de la Slovaquie; ses relations avec la radioactivité de ces thermes; *Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Charles* 8: 1—40.
- VOUK, V. - 1948 - Thermal-vegetation and ecological-valences theory; *Hydrobiologia* 1 : 90—95.
- VOUK, V. - 1950 - Grundriss zu einer Balneobiologie der Thermen; P. 88, Basel.

Adresse der Verfasser:

Trojanova 13,

Praha 2,

Tschechoslowakei.

Contribution à la connaissance des bactéries des collections d'eau stagnantes et de leur rôle en hydrobiologie

par

MARCEL LEFEVRE ¹⁾

Directeur du Centre de Recherches Hydrobiologiques
du C.N.R.S.

Les composés organiques dissous dans l'eau jouent un rôle considérable dans la multiplication et la croissance de nombreux êtres aquatiques. De récents travaux ont montré, par exemple, que les produits de la décomposition spontanée de cadavres d'animaux et de plantes aquatiques possédaient des propriétés intéressantes.

A eux seuls, et sans adjonction d'aucun sel minéral, ils sont capables, soit de permettre une excellente multiplication de certaines espèces d'Algues, soit au contraire d'en inhiber complètement la croissance, soit même de les détruire.

Dès 1952, M. LEFEVRE, H. JAKOB & M. NISBET avaient montré expérimentalement que les substances organiques excrétées par certaines Algues d'eau douce étaient actives et susceptibles d'inhiber la multiplication d'autres espèces d'Algues allant même jusqu'à les faire périr. Ces conclusions se vérifiaient parfaitement dans les collections d'eau naturelles: lorsque dans un étang une espèce d'Algue devient largement dominante au point de pouvoir former fleur d'eau, la plupart des autres espèces disparaissent presque en totalité.

Des essais en laboratoire, non encore publiés, semblent prouver que les produits de désassimilation des Algues peuvent avoir une influence sur les animaux aquatiques, en particulier sur le zooplancton.

Dans les collections d'eau naturelles, la production de substances actives toxiques par les Algues est parfois si considérable que des animaux supérieurs (moutons, dindons, chevaux, chats) s'étant

¹⁾ Avec la collaboration technique de Mme L. GOLDSTEIN.

abreuvés de ces eaux ont présenté des troubles pouvant aller jusqu'à la mort (FITCH et Collab., 1934).

Inversement, les produits de désassimilation des animaux aquatiques peuvent avoir une action soit favorisante, soit inhibitrice sur la population bactérienne et Algale.

Dans les collections d'eau naturelles, tous ces phénomènes interfèrent.

Les Bactéries jouent un rôle de premier plan dans les interactions en raison de l'aptitude qu'elles possèdent de dégrader et détruire la matière organique solide ou dissoute.

Leur action se manifeste parfois d'une façon spectaculaire. Lorsque, par exemple, à la suite d'une importante dépression barométrique et d'une forte chaleur orageuse les Algues d'un étang montent toutes en surface et se trouvent exposées directement aux rayons solaires, elles meurent en grande masse.

Les Bactéries, proliférant au détriment de cette matière organique très divisée, la décomposent rapidement. Elles absorbent à cette occasion la presque totalité de l'oxygène dissous dans l'eau et libèrent des produits toxiques.

Les animaux aquatiques (en particulier les Poissons), meurent alors en grande masse sous la double influence de l'asphyxie et de l'intoxication.

Pour moins spectaculaire qu'elle soit, l'action lente et continue des Bactéries sur la substance organique figurée (déjections animales, cadavres animaux et végétaux) n'en est pas moins d'une extrême importance en hydrobiologie.

C'est grâce à leur présence, par la restitution constante qu'elles effectuent à une collection d'eau fermée des éléments prélevés par la flore et la faune, qu'un étang peut "vivre" pendant de longues périodes en circuit fermé, sans aucun apport autre que les gaz de l'air et les eaux météoriques.

Suivant l'origine, animale ou végétale, de la substance dominante décomposée par les Bactéries dans une collection d'eau, on observera un type spécial de microflore et de microfaune.

Les mares de fermes, par exemple, polluées par les déjections des animaux supérieurs qui viennent s'y abreuver, fournissent une riche microflore à Eugléniens et à certaines Volvocales. Les Cladocères y abondent.

Les tourbières à *Sphagnum*, au contraire, riches en substances organiques d'origine végétale et possédant une flore bactérienne bien spéciale abritent une population de Desmidiacées extrêmement riche, ainsi que de nombreux Rhizopodes.

Les Cladocères et les Eugléniens y sont beaucoup plus rares.

Entre ces conditions extrêmes existe toute une série d'intermé-

diaires qui font qu'on observe dans les collections d'eau naturelles des microflore hybrides à Protococcales et Eugléniens - Protococcales et Desmidiacées - Protococcales, Desmidiacées et Eugléniens, etc. . . . microflore contenant ces groupes d'Algues en proportion variable suivant la nature des substances organiques solides qui s'y trouvent décomposées par les Bactéries.

L'eutrophisation des lacs et étangs est encore un exemple du rôle primordial joué par les substances organiques et les Bactéries dans les collections d'eau naturelles.

Elle peut être soit spontanée, provoquée par l'accumulation des cadavres des animaux et végétaux ayant vécu dans la pièce d'eau, soit artificielle et due à la pollution par les agglomérations urbaines (lacs Suisses).

Quelle qu'en soit l'origine, l'eutrophisation se traduit toujours dans une collection d'eau, par la modification profonde de sa microflore algale et on constate également une répercussion indiscutable sur la population bactérienne.

De tout ce qui précède, il résulte donc que, matières organiques et Bactéries jouent un rôle de première importance en écologie hydro-biologique. Malheureusement, hormi les recherches relatives à l'hygiène et à la distribution des eaux potables, peu de travaux ont été jusqu'ici entrepris sur la question surtout dans les petites collections d'eau naturelles.

C'est ce qui nous a incité à en entreprendre l'étude.

TECHNIQUES EMPLOYEES

Au cours de ce travail, nous avons cherché:

- a. A apprécier le nombre des Bactéries présentes dans diverses collections d'eau de type différent aux diverses époques de l'année.
- b. A établir une relation entre les facteurs physicochimiques du milieu, le nombre et la nature des Bactéries observées.
- c. A établir une relation entre la végétation algale et les Bactéries.
- d. A isoler le plus grand nombre possible de Bactéries présentes dans les eaux de façon à constituer une bactériothèque devant servir de base à des travaux ultérieurs.

La méthode des comptages sur plaque qui permet à la fois le dénombrement des Bactéries, leur isolement et l'appréciation sommaire de leurs caractéristiques nous a paru, malgré certains défauts, la plus apte à parvenir aux buts poursuivis.

Nous avons d'abord recherché un milieu assez polyvalent pour

permettre la multiplication, après ensemencement, du plus grand nombre possible d'espèces de Bactéries.

Des essais ont été poursuivis:

avec l'eau de la station d'origine filtrée sur membrane bactériologique et gélosée;

avec notre milieu gélosé L + C, dont voici la composition:

Nitrate de potassium	100 mg
Phosphate bipotassique	40 mg
Sulfate de magnésium	30 mg
Nitrate de calcium	100 mg
Perchlorure de fer	traces
Extrait de sphagnes	10 cc
Extrait de terre	10 cc
	pour 1.000 cc d'eau,

avec le milieu L + C additionné soit de bouillon de viande, soit d'une décoction de levure de boulangerie, soit encore de bouillon de viande + glucose à 0,01 %.

Ces milieux enrichis étaient tamponnés à pH: 7,4 avec des phosphates de sodium et de potassium.

Enfin, nous avons utilisé le milieu au caséinate de sodium gélosé.

Ces milieux étaient répartis à raison de 50 cm³ dans des boîtes de Roux d'1 litre, préalablement bouchées coton, flambées et le tout passé à l'autoclave à 120° pendant 20 minutes.

L'ensemencement était fait de la façon suivante:

Les boîtes de Roux maintenues au bain marie à un degré voisin de celui de la solidification de la gélose étaient inoculées avec 1/10 de cm³ du prélèvement, dilué par eau bidistillée stérile à 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ suivant le nombre de Bactéries présumé dans le prélèvement.

Après homogénéisation, puis solidification de la gélose, une série de boîtes était laissée à la température du laboratoire et une autre identique, mise à l'étuve 20-22° c.

La lecture des résultats était faite environ 15 jours après l'ensemencement.

Tous les milieux essayés ont donné des résultats assez comparables.

Cependant, le L + C simplement gélosé s'est montré assez universel.

Le caséinate de sodium a fourni des comptages parfois légèrement inférieurs au L + C gélosé, mais il présente le gros avantage de fournir des colonies plus volumineuses permettant une appréciation plus correcte de leur forme et de leur couleur.

En définitive, nous avons alors adopté pour chaque comptage un ensemencement simultané sur L + C gélosé et sur caséinate de soude.

Nous sommes bien loin de prétendre que la méthode de comptage

ainsi employée puisse donner des résultats parfaitement exacts: nous savons fort bien que par cette méthode une zoogluée ne donne qu'une colonie, que plusieurs Bactéries adhérentes à une particule solide (détritus, petites Algues planctoniques, etc. . . .) ne fournit également qu'une seule colonie, que toutes les Bactéries présentes dans le prélèvement ne seront pas obligatoirement aptes à se multiplier dans le milieu qui leur est imposé, surtout après autoclavage.

Mais nous pensons également que la méthode de comptage direct après coloration, appliquée aux eaux des lacs, ne pouvait pas donner, dans le cas qui nous occupe, des résultats plus précis, bien au contraire.

En effet, les étangs sont infiniment plus riches que les lacs en plancton, détritus organiques animaux et végétaux qui, après décomposition, fournissent l'ultraseston (détritus extrêmement fins, colloïdes en phase dispersée ou au stade de floculation commençante) dont les éléments sont souvent morphologiquement semblables à des Bactéries et, de plus, fixent également les colorants bactériologiques.

Les mêmes difficultés techniques se manifestent d'ailleurs en pédo-logie et nous croyons qu'encore actuellement, malgré les efforts fournis en ce sens, nul ne peut prétendre utiliser une méthode de comptage bactériologique donnant des résultats absolument précis.

Nous devons donc nous contenter d'une méthode approchée qui toute imparfaite qu'elle soit, permet cependant d'établir des comparaisons et de titer certaines conclusions.

CHOIX ET CARACTERISTIQUES SOMMAIRES DES STATIONS ETUDIEES

Tous les algologues savent que le peuplement en Algues varie énormément d'une station à une autre suivant la masse de la collection d'eau et son origine (alimentation).

Pensant qu'il pouvait en être de même pour le peuplement bactérien, nous avons étudié plusieurs collections d'eau de caractéristiques bien spéciales:

l'étang du Puits (Cher), d'une surface de 164 ha, profond en certains endroits de 7 mètres, alimenté en dérivation par le canal de la Sauldre;

l'étang de la Tour (S. et O.) d'une surface de 28 ha, profond de 2 à 3 mètres en moyenne, à pH fixe neutre: 7, alimenté par des eaux de ruissellement sur sols forestiers;

l'étang de la Plaine (S. et O.), 2 ha $\frac{1}{3}$, peu profond, à pH alcalin variable, alimenté par ruissellements sur terres cultivées;

l'étang de Coupe-Gorge (S. et O.), de 4 ha, peu profond, à pH

acide, presque fixe, alimenté par ruissellements sur sols forestiers; l'étang de la Ferme Nationale (S. et O.). 1 ha $\frac{1}{2}$, peu profond, alimenté par ruissellements sur sols forestiers et pollué par déjections d'origine animale;

Le Trou (S. et O.), petite collection d'eau d' $\frac{1}{4}$ d'hectare, alimenté surtout par des eaux météoriques, mais situé dans un bois et recevant un peu d'eau ruisselant sur détritux forestiers;

le Rondeau et les Canaux du Parc Présidentiel de Rambouillet, pièces d'eau artificielles, d'une surface respective d'1 ha, 6 et de 13 ha, profondes de 0m80 à 1m,20, alimentées uniquement par des sources très minéralisées (DH = 30, extrait sec: 300 mg/l). Ces pièces d'eau sont à pH alcalin et variable.

Nous avons poursuivi comptages et observations dans ces différentes stations pendant plusieurs années. Ce travail nous permet de formuler quelques remarques et de tirer quelques conclusions, au moins provisoires.

LES BACTERIES DES EAUX D'ALIMENTATION A COUPE-GORGE ET A LA PLAINE

Au 11 Janvier 1955, l'eau arrivait dans ces deux étangs par des fossés de drainage: eaux en provenance de terres cultivées à La Plaine, eaux de ruissellement sur sols forestiers à Coupe-Gorge.

Les caractères physicochimiques de ces différentes eaux sont consignées dans le tableau suivant:

Eléments dosés	T°	pH	M.O. acide	M.O. alcal.	PO ₄	NH ₃	NO ₃	NO ₂	CO ₃	Ext sec	Ca
La Plaine (aliment. gauche)	5° c	7,2	5,25	3,15	0,2	traces faibles	66,3	traces	36	282	57,2
La Plaine (aliment. droite)	5° c	7,2	5,05	2,3	0,2	0,05	7,5	traces	57	246	47,2
Coupe-Gorge (aliment. unique)	5° c	6,6	6,45	4,3	0,2	traces faibles	traces faibles	0	12	109	11,2

Les comptages de Bactéries dans ces trois eaux d'alimentation donnaient les résultats suivants:

La Plaine, alimentation gauche: 35.000 Bactéries au ml, dont 52 % de chromogènes (50 % jaunes, 1 % roses, 1 % violettes).

La Plaine, alimentation droite; 45.000 Bactéries au ml, dont 47 % de chromogènes (45 % jaunes, 1 % roses, 1 % violettes).

Coupe-Gorge, alimentation unique: 25.000 Bactéries au ml, dont 52 % de Chromogènes (50 % jaunes, 2 % roses).

La comparaison de ces résultats appelle les conclusions suivantes:

Les eaux d'alimentation de l'étang de la Plaine et de l'étang de Coupe-Gorge ont des caractéristiques physicochimiques nettement différentes.

Celles de La Plaine sont légèrement alcalines, riches en nitrates, en bicarbonates, en calcium, en magnésium et possèdent un extrait sec relativement élevé.

Celles de Coupe-Gorge sont légèrement acides, très pauvres en nitrate, en bicarbonate, en calcium, en magnésium et possèdent un extrait sec faible.

Par contre les eaux d'alimentation de Coupe-Gorge sont plus chargées en matières organiques dissoutes (dosées par l'oxygène emprunté au permanganate) que celles de l'étang de La Plaine.

Et cependant, le nombre de Bactéries au ml dénombrées dans les eaux d'alimentation de La Plaine est nettement supérieur au nombre des Bactéries dénombrées dans les eaux d'alimentation de Coupe-Gorge.

Ceci prouve *une première fois* que le nombre des Bactéries présentes dans une collection d'eau n'est pas toujours en rapport direct avec la teneur de ces eaux en matières organiques dissoutes *dosées par le permanganate*.

Nous reviendrons plus loin sur cette importante question.

LES BACTERIES AUX ETANGS DE COUPE-GORGE ET DE LA PLAINE

Il était intéressant de savoir ce que devenaient les Bactéries introduites dans les étangs précédents par les eaux d'alimentation.

Nous avons donc effectué des prélèvements dans ces étangs à l'opposé des arrivées d'eau, à la bonde, c'est à dire à plusieurs centaines de mètres des arrivées.

Les analyses chimiques de ces prélèvements ont donné les résultats suivants:

nts dosés	T°	pH	M.O. acide	M.O. alcal.	PO ₄	NH ₃	NO ₃	NO ₂	CO ₃	Ext sec	Ca	Mg
aine	5° c	7,2	5,45	1,7	0,1	0,05	26,5	0,21	31,5	215	35,44	3,30
-Gorge	5° c	6,6	7,85	3	0,4	0,1	traces	0	13,5	92	8,48	1,02

Ce tableau, comparé au précédent fait ressortir une certaine diminution de la plupart des éléments dosés ce qui semble naturel puisqu'ils sont utilisés par les êtres vivants peuplant l'étang.

Les comptages des Bactéries ont fourni les résultats suivants:

La Plaine (bonde): > 100.000 au ml.
Coupe-Gorge (bonde): 16.250 au ml.

Là encore nous devons remarquer que le nombre de Bactéries n'est pas en relation directe avec la quantité de matières organiques dissoutes dosées par le permanganate: plus de 100.000 Bactéries au ml à la Plaine pour une teneur moyenne en M.O. de $5,45 + 1,7 = 3,57$ mg/l contre 16.250 Bactéries à Coupe-Gorge pour $\frac{7,85 + 3}{2} = 5,42$ mg/l de M.O.

Un autre fait mérite également d'être signalé: dans les deux étangs les êtres vivants semblent utiliser de préférence la fraction de matières organiques dissoutes dosable *en milieu alcalin*.

En effet, à La Plaine, les eaux d'alimentation contenaient en moyenne 2,72 mg/l de M.O. dosées en milieu alcalin, alors qu'après séjour dans l'étang, elles n'en contiennent plus qu' 1,7 mg. Même phénomène à Coupe-Gorge: 3 mg à la bonde, contre 4,3 mg à l'alimentation.

Les M.O. dosées en milieu acide auraient au contraire tendance à augmenter.

Enfin, on remarque que l'étang de La Plaine renferme beaucoup plus de Bactéries que ses eaux d'alimentation tandis que le contraire se produit à l'étang de Coupe-Gorge.

EVOLUTION SAISONNIERE DES BACTERIES DANS LES ETANGS - INFLUENCE DU TYPE D'ETANG SUR LE NOMBRE DES BACTERIES

En 1954 et 1955 nous avons effectué pendant plusieurs mois des comptages de Bactéries dans des étangs de dimensions et de types très variés. Les résultats de ces comptages sont consignés dans les tableaux suivants:

ANNEE 1954

Etangs	Mars: Bact. au ml.	Avril: Bact. au ml.	Mai: Bact. au ml.	Juin: Bact. au ml.	Juillet: Bact. au ml.	Aout: Bact. au ml.
Canaux du Parc de Rambouillet	1.570	4.400	117.500	312.000	11.750	31.750
Etang de La Tour	770	1.750	10.000	35.000	12.200	8.550
Etang de la Ferme Nationale	7.800	2.100	235.000	91.500	13.250	35.500

ANNEE 1955

	Janvier Bact. au ml.	Février Bact. au ml.	Mars Bact. au ml.	Avril Bact. au ml.	Juin Bact. au ml.	Juillet Bact. au ml.	Sept. Bact. au ml.	Déc. Bact. au ml.
laine	100.000	155.000	16.000	20.900	900.000	33.000	33.000	11.000
de								
-Gorge	16.250	25.000	3.000	10.000	65.00		2.000	21.000
ou		10.000	12.500	33.200	700.000	14.300	37.500	6.700

De ces deux tableaux, il ressort nettement que le maximum des Bactéries, quel que soit le type d'étang considéré, se situe en Mai-Juin.

Ces résultats ne peuvent malheureusement être comparés à ceux d'autres auteurs, personne à notre connaissance n'ayant étudié la flore bactérienne des petites collections d'eau stagnantes.

Par contre, ils pourraient être utilement comparés à ceux fournis par les lacs, si les divers auteurs ayant publié sur la question étaient d'accord.

Malheureusement, il n'en est rien.

PFENNIGER (1902) observe dans le lac de Zurich un maximum du nombre de Bactéries pendant l'hiver et un minimum pendant l'été.

Ces observations sont confirmées par celles de MINDER (1920).

KLEIBER (1894) observe que la zone riche en Bactéries du lac de Zurich ne s'étend pas au-delà de 20 m de l'embouchure de la rivière.

PFENNIGER (1902) prétend au contraire que la répartition des Bactéries est uniforme dans ce même lac.

PFENNIGER & MINDER (1920) sont d'accord pour reconnaître un maximum de Bactéries l'hiver et un minimum l'été.

FRED, WILSON & DAVENPORT (1924) situent au contraire ce maximum au printemps et en automne.

MINDER prétend que la présence de substances nutritives dans

l'eau ne semble pas avoir de répercussion sur la flore bactérienne.

B. TAYLOR (1949) est de la même opinion.

Au contraire, HENRICI (1938) avait établi que le nombre de Bactéries suivait étroitement les courbes du plancton total et que ce fait provenait de l'influence des matières organiques fournies par le plancton.

De semblables contradictions entre les différents auteurs pourraient être relevées à propos du pouvoir bactéricide des rayons solaires en surface et de l'influence de la température.

Les causes de ces divergences d'opinion entre auteurs sont multiples.

Elles proviennent surtout des différences de profondeur des lacs étudiés, de leur degré d'oligotrophie ou d'eutrophie, de leur température moyenne, de leur insolation, de la composition chimique de leurs eaux, toutes conditions qui gouvernent soit la circulation des courants internes, soit et surtout *la nature et l'abondance du plancton*.

Différents auteurs ont montré récemment que les Algues d'eau douce sécrétaient des substances actives soit inhibitrices, soit au contraire favorisantes pour d'autres microorganismes et que cette action est spécifique.

Ces substances sont actives sur les Bactéries.

Il est donc probable que la nature et l'abondance des Algues *dominantes* dans un lac ont une action sur sa population bactérienne.

Or, la population Algale dominante varie d'un lac à l'autre en raison des différents facteurs énumérés plus haut, d'où divergence possible entre observations d'auteurs ayant étudié des lacs de type différent.

L'ampleur de l'action bactériostatique (voire bactéricide) des Algues est, fonction de leur densité dans la collection d'eau.

Nous n'avons jamais eu personnellement l'occasion de constater dans de très grands lacs des productions d'Algues allant jusqu'à la formation de fleurs d'eau.

Par contre, nous l'avons observé dans certains lacs de barrage, par exemple au lac d'Eguzon (longueur 13 kilomètres, profondeur maxima 30 m.

Elle a également été signalée dans des lacs naturels: fleur d'eau à *Oscillatoria rubescens* au lac de Nantua.

Il n'est pas extravagant de penser que des développements massifs d'Algues puissent également se produire dans les grands lacs et y influencer profondément la population bactérienne.

L'influence de la production massive d'Algues dans une collection d'eau, grande ou petite, sur la population bactérienne peut se manifester, soit par une diminution du nombre des Bactéries, soit par une

augmentation: diminution si l'Algue possède un éventail d'antibiose pour les Bactéries très ouvert, augmentation si elle excrète au contraire des substances utilisables et stimulantes pour certains groupes de Bactéries.

Dans tous les cas, lorsqu'à la suite de phénomènes d'autoantagonisme toutes les Algues produites massivement dans un étang ou un lac viennent à périr rapidement, leurs cadavres sont immédiatement détruits par les Bactéries et on assiste à une montée en flèche de celles-ci, lors des comptages.

Le phénomène, d'ailleurs fugace, s'accompagne souvent d'une telle absorption d'oxygène dissous dans l'eau que de nombreux animaux aquatiques périssent asphyxiés.

Les simples comptages de Bactéries, tels que nous les avons pratiqués jusqu'ici, ne nous renseignent que bien peu sur leur rôle en hydrobiologie.

En effet, nous sommes toujours dans l'incapacité, faute de temps et de moyens matériels, de déterminer les Bactéries présentes sur nos plaques.

Lorsque nous constatons par exemple sur une plaque la présence de 200 colonies de Bactéries jaunes, il est à peu près certain que ces 200 Bactéries ne sont pas de même espèce bien qu'elles possèdent la même couleur et la même morphologie.

Quelle est, parmi ces 200 colonies, l'espèce dominante? Quelles sont les propriétés de cette espèce au point de vue hydrobiologique?

Autant de questions auxquelles il nous est impossible de répondre pour l'instant et dont la solution présenterait cependant un intérêt capital.

Un exemple simple montrera cet intérêt: les Bactéries destructrices des substances organiques d'origine végétale et celles qui détruisent les substances animales sont différentes. Nous avons dernièrement montré expérimentalement (M. LEFEVRE & G. FARRUGIA) que l'action sur les Algues de l'un ou l'autre des produits finaux de destruction est énergique et très dissemblable.

Des observations identiques peuvent être faites dans la nature. Très fréquemment, après une période de sécheresse, la Seine est contaminée en été à Paris par les produits de décomposition de matières organiques, d'origine surtout animale, accumulées dans les égouts et qui sont introduites massivement dans le fleuve à la suite d'un violent orage.

Des quantités énormes de Poissons sont alors détruits.

Des dosages d'oxygène et de matières organiques montrent cependant que la quantité d'oxygène dissous dans l'eau (3 mg/l), est suffisante pour permettre la vie des Cyprinides et que la quantité de matières organiques dissoutes (5 à 6 mg/l) n'est pas énorme.

Dans certains étangs, par contre, à la suite de fermentations rapides de détritus *végétaux* on observe parfois la présence de seulement 1,5 mg/l d'oxygène dissous et celle de plus de 30 mg/l de matières organiques sans qu'aucune mortalité de Poissons soit constatée.

Ceci prouve que, dans le cas de la Seine, les Poissons ont été non pas asphyxiés, mais *empoisonnés* par les excréments bactériennes provenant de la dégradation de substances organiques d'origine surtout animale, tandis que dans le second, les produits de dégradation des substances végétales par d'autres espèces de Bactéries, se montrent beaucoup moins toxiques et sans effet sur les Poissons.

On n'est guère renseigné sur l'influence du zooplancton dans la production bactérienne dans les lacs et étangs. Ce rôle nous paraît cependant loin d'être négligeable.

En effet, beaucoup d'êtres planctoniques, en particulier de nombreux Infusoires, Rotifères et tous les Cladocères sont de grands consommateurs de Bactéries. Or, ces animaux existent souvent en grande masse dans les mares et étangs (*Stentor*, *Codonella*, *Coleps*, *Bosmina*, *Daphnia*, etc. . .). Il semblerait donc que leur présence massive dans une collection d'eau doive entraîner une diminution du nombre des Bactéries.

Or, il apparaît que c'est souvent le contraire qui se produit, au moins dans les étangs, puisque le maximum des Bactéries observé en Mai et surtout Juin, coïncide avec le maximum de zooplancton et ceci, quel que soit le type d'étang étudié.

Ce phénomène peut probablement s'expliquer de la façon suivante:

Le maximum du zooplancton coïncide avec le maximum d'activité des prédateurs: larves d'Insectes aériens et aquatiques et surtout Poissons.

Or, la consommation de zooplancton par les seuls alevins de Poissons et par les adultes est énorme; nous avons personnellement assisté dans un étang de pisciculture à la destruction quasi totale entre le 1er et 20 Juin 1945, d'une population extrêmement dense de *Moïna* et de *Daphnia* par des alevins de *Cyprinus carpio* nés au début du même mois. Il est, d'autre part, reconnu qu'une carpe de grosseur moyenne peut consommer quotidiennement 3 à 400 gr. de zooplancton.

Les excréments de tous ces prédateurs sont évidemment en rapport avec leur consommation, donc d'importance considérable et comme elles sont d'origine animale (donc très fermentescibles) il est vraisemblable qu'elles sont à l'origine de la "poussée bactérienne" observée dans les étangs en Mai-Juin.

Il est, du reste à remarquer qu'on observe également un maximum des Bactéries (d'ailleurs beaucoup moins important que celui de

printemps), au début de l'automne, au moment du second maximum (également moins important) du zooplancton et alors que les prédateurs n'ont pas encore perdu toute activité.

Nos observations confirmeraient donc celles de FRED, WILSON & DAVENPORT (1924), qui constataient également dans le lac Mendota un accroissement du nombre des Bactéries au printemps et en automne.

Elles confirmeraient également celles de HENRICI (1938) dans le lac Alexander. Cet auteur constate en effet, comme nous l'avons déjà noté précédemment, que les Bactéries suivent les courbes du plancton total et que les matières organiques fournies par le plancton ont une influence importante sur le développement des Bactéries.

Il semble bien que, si l'on compare les résultats des comptages fournis par les prélèvements faits à la même époque en pleine eau, dans des collections d'eau de volume très différent, le nombre des Bactéries au ml est, *grosso modo*, inversement proportionnel au volume.

Ainsi, le nombre de Bactéries au ml dans l'étang du Puits (164 ha) est toujours inférieur à celui de l'étang de La Tour (28 ha) qui est lui-même inférieur à ceux de La Plaine ou Coupe-Gorge (2 à 3 ha).

MATIERES ORGANIQUES ET BACTERIES

En principe, les Bactéries ne pouvant se multiplier qu'au détriment de matières organiques, leur nombre devrait toujours être plus élevé dans les eaux très chargées en ces matières que dans les eaux qui en contiennent peu.

Malheureusement, les méthodes à peu près universellement utilisées pour apprécier la quantité de matières organiques présentes dans une eau sont d'une grande imprécision et elles ne peuvent en aucun cas nous renseigner sur leur *nature*.

Or, justement, la nature des matières organiques possède une influence déterminante sur la prolifération des Bactéries.

Si elles sont d'origine animale, elles sont presque toujours favorables à leur multiplication.

Si elles proviennent, au contraire, de sécrétions de certaines espèces d'Algues, elles peuvent être bactériostatiques ou même bactéricides.

Les choses se compliquent encore du fait que certaines Algues dites „Mixotrophes” peuvent elles-mêmes utiliser les substances organiques dissoutes d'origine animale et en même temps excréter des substances organiques bactériostatiques.

C'est pourquoi certains étangs, comme celui de la Ferme Nationale, à Rambouillet, par exemple, bien que notoirement pollués par

matières organiques d'origine animale (en l'espèce déjections de moutons et de bovidés), mais riches en Algues antagonistes des Bactéries, ne renferment pas, au ml, beaucoup plus de Bactéries que des étangs non artificiellement pollués.

On constate dans de tels étang une sorte d'équilibre instable entre la production bactérienne et la production algale: les Bactéries libèrent au détriment des matières organiques solides animales des substances utilisables par les Algues; celles-ci se multiplient alors rapidement, mais excrètent des substances limitant la prolifération bactérienne. Lorsque les Algues périssent par autoantagonisme, les Bactéries reprennent leur activité et le cycle recommence.

Le Zooplancton, se nourrissant indifféremment d'Algues ou de Bactéries est toujours très abondant dans de tels étangs dont le rendement piscicole est élevé.

Nous n'avons pu établir aucune relation entre la teneur moyenne d'un étang en Bactéries et celle de ses eaux en matières organiques dissoutes (dosées par le permanganate). D'autres facteurs interviennent donc.

Le pH semblerait avoir une certaine influence: le nombre de Bactéries au ml est toujours (d'après nos observations), plus faible dans les étangs acides ou neutres et à pH presque fixe que dans les étangs à pH alcalin et largement variable.

Cette indépendance du nombre des Bactéries par rapport aux matières organiques, que nous avons pu constater dans les étangs, confirmerait les observations de MINDER (1920) et de B. TAYLOR (1949) dans les lacs.

Il semblerait donc y avoir contradiction flagrante entre les opinions de HENRICI, FRED, WILSON, DAVENPORT, nous-même d'une part, qui prétendons que si on observe des maxima de Bactéries en mai et juin, c'est en raison des substances organiques fournies par le plancton abondant à cette époque et les opinions de MINDER, TAYLOR et nous-même d'autre part qui pensons que le nombre des Bactéries semble indépendant de la teneur des eaux en substances organiques.

Cette contradiction n'est cependant qu'apparente et due à ce que nos méthodes de dosage des matières organiques ne nous renseignent en rien sur leur *nature*.

La quantité des matières organiques dosées dans un étang par la méthode au permanganate varie relativement peu au cours des saisons.

Mais, en hiver, en raison de la faible activité des animaux aquatiques dont le métabolisme est extrêmement ralenti, les substances organiques dissoutes sont surtout d'origine végétale (décomposition des phanérogames mortes en fin d'automne) donc, relativement peu propices au développement bactérien.

En été, au contraire, les substances organiques dissoutes, bien que ne „marquant” guère plus au permanganate, mais étant d'origine surtout animale, sont beaucoup plus nutritives pour les Bactéries et provoquent leur prolifération.

QUELQUES REMARQUES SUR LES BACTERIES OBSERVEES DANS LES MARES ET ETANGS

Nous avons isolé, en culture pure, un certain nombre de Bactéries des mares et étangs sur lesquels nous opérions des comptages. Ces souches sont conservées sur milieu solide ou liquide au caséinate de sodium.

Pour les caractéristiques sommaires des Bactéries isolées voici le tableau I.

Comme on le voit dans ce tableau, nous avons surtout isolé des Bactéries chromogènes, mais ceci ne signifie pas qu'elles soient dominantes dans les mares et étangs: dans les cas les plus favorables elles ne dépassent guère 50% du nombre total des Bactéries présentes sur les plaques.

Nous n'avons pu établir avec certitude une relation entre le pourcentage des Bactéries chromogènes dans les eaux avec les saisons.

La recherche des *Azotobacter* sur silico gel ou en milieu liquide (POCHON & TCHAN) a été négative dans tous les cas.

Par contre, toutes les stations renferment pendant toute l'année des cellulolytiques aérobies (*Cytophaga* ocre et rose ou *Cellvibrio* suivant les stations).

Morphologiquement, ce sont les bâtonnets plus ou moins longs et les coques, qui semblent dominer chez les Bactéries des mares et des étangs. Ceci est en accord avec les observations de différents auteurs dans les lacs.

La plupart de ces Bactéries sont Gram -. Peu d'entre elles présentent des propriétés protéolytiques énergiques.

Numéro de la souche	Origine du prélèvement	Milieu utilisé	Pigment	Croissance sur gélose	Particulaire en milieu liquide	Morphologie	Gram.	Viscosité de la gélatine	Reaction en milieu en fin de croissance	Reactions des nitrates	Observations
10	Mare de prairie Nov. 1953	Gélose nutritive	Jaune	arborescente	sédiment jaune	coques	+	faible	légèrement alcaline	—	
13	Mare de prairie Nov. 1953	Gélose nutritive	Jaune verdâtre	colonies rondes lisses, jaunes	fluorescence verte	bâtonnets mobiles	—	stratiforme	acide	+	
16	Mare de prairie Dec. 1953	Sodium caseinate agar.	Violet	colonies en cratère	voile violet	bâtonnets courts, pour-ar-rondi-mobiles	—	sacchariforme	alcaline	+	Divers mutants ont été obtenus des souches 13 et 16
17	Mare de prairie Dec. 1953	Sodium caseinate agar.	Violet	alternance cercles clairs et sombres	viole violet intense	bâtonnets courts, pour-ar-rondi, mobiles	—	faible	alcaline	+	
18	Etang de la Tour Avr. 1954	Sodium caseinate agar.	non pigmenté	colonies plates	clair, sédiment floconneux	cellules légèrement ovales, non mobiles	—	—	acide	—	
19	Etang de la Tour Avr. 1954	Sodium caseinate agar.	jaune soufre	colonies denticelées	sédiment jaune soufre	coques	—	—	acide	—	
20	Etang de la Ferme nationale Avr. 1954	Sodium caseinate agar.	non pigmenté	colonies étalées aspect crémeux	sédiment blanc	bâtonnets en chaînes plus ou moins longues	—	—	acide	—	
21	Etang de la Ferme nationale Avr. 1954	Sodium caseinate agar.	rose	colonies rondes lisses	sédiment rose	bâtonnets courts	—	—	acide	—	
100	Etang de Coupe Gorge Fév. 1955	Sodium caseinate agar.	rouge	colonies en cratères-reflets métalliques	voile rouge sang, épais adhérent	bâtonnets bours arrondis	—	rapide	acide	+	pigment non permanent
101	Etang de Coupe Gorge Fév. 1955	Sodium caseinate agar.	orangé	colonies lisses légèrement bombées	trouble, sédiment orange	coques	—	—	acide	—	a donné un mutant rose
102	Etang de Coupe Gorge Fév. 1955	Sodium caseinate agar.	non pigmenté	colonies plates, lisses	sédiment blanc	bâtonnets longs	—	—	acide	—	
103	Etang de Coupe Gorge Fév. 1955	Sodium caseinate agar.	non pigmenté	colonies a bord denté	sédiment blanc	bâtonnets courts, mobiles	—	—	acide	—	
104	Etang de Coupe Gorge Fév. 1955	Sodium caseinate agar.	beige rosé	colonies lisses	sédiment ocre	bâtonnets associés en courtes chaînes	—	—	acide	—	

Numéro de la souche	Origine de la souche	Date de prélèvement	Milieu utilisé	Pigment	Croissance sur gélose	Particularité en milieu liquide	Morphologie	Gram.	Liquéfaction de la gélatine	Réaction du milieu en fin de croissance	Réduction des nitrates	Observations
105	Etang de Coupe Gorge	Fév. 1955	Sodium caséinate agar.	rose vif	colonies bombées, lisses	sédiment rose	bâtonnets courts	—	lente	acide	+	
106	Etang de Coupe Gorge	Juin 1955	Sodium caséinate agar.	rose	colonies lisses	sédiment rose	cellules ovoides capsulées	—	faible	acide	—	
107	Etang de Coupe Gorge	Juin 1955	Sodium caséinate agar.	jaune citron	colonies radiales	floculant	bâtonnets courts	+	faible	acide	—	
108	Etang de Coupe Gorge	Juin 1955	Sodium caséinate agar.	pourpre	colonies à zones concentriques	voile fragile	coques	—	faible	acide	+	
200	Etang de la Plaine	Janv. 1955	Sodium caséinate agar.	violet	colonies visqueuses, mauves	voile mauve, fragile	bâtonnets courts, mobiles	—	lente, sacchariforme	légèrement alcaline	+	
201	Etang le Trou	Mars 1955	Sodium caséinate agar.	rouge orangé	colonies lisses	sédiment orangé	bâtonnets courts, bouts arrondis	—	—	acide	—	
202	Etang le Trou	Mars 1955	Sodium caséinate agar.	rose délavé	colonies à bords dentés	trouble	bâtonnets longs	+	—	acide	—	
203	Etang le Trou	Mars 1955	Sodium caséinate agar.	non pigmentée	colonies transparentes, lucides	trouble	coques capsulées	+	—	acide	—	
204	Etang le Trou	Mars 1955	Sodium caséinate agar.	non pigmentée	colonies très étalées	trouble	bâtonnets courts	—	—	acide	—	
206	Etang de la Plaine	Mars 1955	Sodium caséinate agar.	non pigmentée	colonies rondes, lisses	trouble	bâtonnets longs	—	—	alcaline	—	
207	Etang de la Plaine	Avr. 1955	Sodium caséinate agar.	jaune	/Croissance pauvre. Colonies très plates	milieu faiblement coloré	bâtonnets courts	—	—	faiblement acide	—	
208	Etang de la Plaine	Avr. 1955	Sodium caséinate agar.	orangé	Petites colonies légèrement en plateau	sédiment orangé	bâtonnets longs	+	stratiforme	faiblement acide	—	

LITTÉRATURE

- BERE, R. - 1933 - Numbers of Bacteria in inland lakes of Wisconsin as shown by the direct microscopic method; *Int. Rev. Hydrobiol.* 29, 248
- BARJAC, H. - 1955 - Essai d'interprétation Bactériologique de Sols tourbeux acides; Thèse de Doctorat, Paris.
- CHOLODNY, N. - 1929 - Zur Methodik der quantitativen Erforschung des bakteriellen Planktons; *Zbl. Bakt.* (2), 77, 179-93
- DÜGGELI, M. - 1939 - Ergebnisse bei der bakteriologischen Untersuchung der dem Stausee Wäggital entnommenen Wasser und Schlammproben; *Z. Hydrol.* 8, 207
- FISHER, R. A. - 1936 - Statistical Methods for Research Workers, 6th Ed. London: Oliver and Boyd.
- FRED, E. B., WILSON, F. C. & DAVENPORT, A. - 1924 - The distribution and significance of bacteria in Lake Mendota; *Ecology*, 5, 322.
- GRAHAM, V. E. & YOUNG, R. T. - 1934 - A bacteriological study of Flathead Lake, Montana; *Ecology*, 15, 101.
- HENRICI, A. T. - 1938 - Studies of fresh water bacteria. IV. Seasonal fluctuations of lake bacteria in relation to plankton production; *J. Bact.* 35, 129.
- JERUSALIMSKI, N. D. - 1932 - Ein Versuch die Bakterienpopulation des Moskauflusses und seiner Zuflüsse nach der direkten Methode der Bakterioskopie zu untersuchen; *Microbiology*, 1, 174
- KLEIBER, A. - 1894 - Qualitative and quantitative bakteriologische Untersuchungen des Zürichseewassers; Inaug. Diss. Zürich (quoted by FRED, WILSON & DAVENPORT).
- KUSNETZOW, S. I. & KARZINKIN, G. S. - 1931 - Direct method for the quantitative study of bacteria in water and some considerations on the causes which produce a zone of oxygen-minimum in Lake Gluboj; *Zbl. Bakt.* (2), 83, 169.
- LEFEVRE, M., JAKOB, H. & NISBET, M. - 1952 - Auto et Hétéroantagonisme chez les Algues d'eau douce; *Ann. stat. cent. Hydrob. appl.*, 4, 1—198.
- MINDER, L. - 1920 - Zur Hydrophysik des Zürich- und Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees; *Arch. Hydrobiol. Plankt.* 12, 122
- - 1927 - Über den Bakteriengehalt des Zürichsees; *Z. naturf. Ges. Zürich*, 72, 354
- PFENNIGER, A. - 1902 - Beiträge zur Biologie des Zürichsees; *Z. Gewässerkr.* 6, 321
- RESUMOW, A. S. - 1932 - Die direkte Methode der Zählung der Bakterien im Wasser und ihre Vergleichung mit der Koch'schen Plattenkultur-Methode; *Microbiology*, 1, 145.
- RUTTNER, F. - 1932 - Anhang zu „Beiträge zur Bakteriologie der Lünzer Seen“; *Int. Rev. Hydrobiol.* 26, 431.
- STARK, W. H. & McCoy, E. - 1938 - Distribution of bacteria in certain lakes of northern Wisconsin; *Zbl. Bakt.* (2), 98, 201.
- TAYLOR, C. B. - 1939 - Bacteria of lakes and impounded waters; *Brit. Waterwks Ass. Off. Circ.* 21, 617
- VILLERET, S. - 1955 - Contribution à la Biologie des Algues des Tourbières à Sphagnum; Thèse de Doctorat, Rennes.

C. R. H. à Gif s/Yvette (S. et O.)
et annexe de Brinon s/Sauldre (Cher.).

The Fourth Conference of Czechoslovakian Hydrobiologists

by

VLADIMÍR SLÁDEČEK

Institute of Chemical Technology, Department of Water
Technology, Prague, Czechoslovakia

Since 1952 when the first national conference of Czechoslovakian hydrobiologists was held at Sedlice (for review see *Hydrobiologia* 6 (1—2): 95—96, 1954), the hydrobiological work was very enlarged and continued with success in this country. In autumn 1953 the 2nd conference was held at Lednice (southern Moravia), in autumn 1955 the 3rd one in Smolenice (southern Slovakia) and in autumn 1957 the 4th one in Prague. Whereas at the 1st and 2nd conference particularly programmatical lectures were given, at the last two conferences surveys and results of the field and laboratory work prevailed. It is a merit of the Hydrobiological commission which was formed by the Czechoslovakian Academy of Sciences and which has to encourage, to direct, to coordinate and to control all hydrobiological activity in this country. In the head of this commission is Dr. Rudolf ŠRÁMEK-HUŠEK, university-lecturer and director of the Hydrobiological station at Třeboň (formerly in Sedlice) belonging to the Academy. An organization committee of the commission was elected to make preparations for the 4th conference.

It was held at Prague in the building of Academy September 30th and October 1st, 1957. More than 70 hydrobiologists, fishery biologists, bacteriologists, chemists and other specialized people participated. The conference was opened by SILVESTR PRÁT, Member of Academy, and by Dr. ŠRÁMEK-HUŠEK. Thirty-six papers were presented as follows:

1. Dr. M. ZELINKA: "Artificial reservoir and its maternal stream". The author explained the relationships between the upper stream and the storage and between the storage and the lower course which differ in accordance with the aim of the reservoir.

2. Dr. F. KUBÍČEK: "Biological conditions of an eutrophic artificial reservoir having *Oscillatoria agardhii* in the plankton". The reservoir Fryšták in Moravia may be the only one with this type of plankton. A big limnological study will appear 1958 in "*Scientific Papers from Institute of Chemical Technology, Prague, Faculty of Technology of Fuel and Water*".

3. Dr. P. MARVAN: "The trophic state of the artificial reservoirs as indicated by the development of the phytoplankton". A part of the results which will be published in a book „*The evaluation of the purity of surface waters*”, in Czech, by M. ZELINKA, P. MARVAN and F. KUBÍČEK.

4. Dr. B. CYRUS: "The mass developments of some pelagic organisms in the reservoir Kličava". High numbers of some algal species occurred from time to time in plankton and their presence was explained by the presence in and transport from two fishponds lying in the upper course of the rivulet.

5. Miss Dr. V. ŘEHÁČKOVÁ: "The productivity of the Kličava-Reservoir". Preliminary results from the field work. This reservoir supplies water to the waterworks of the town Kladno.

6. M. NOVÁK: "A preliminary report on the limnological investigation of the Slapy-Reservoir". This new reservoir on the river Vltava was observed since its first filling with water. The author published his report in the Czech journal "*Vodní hospodářství*" 7 (9): 244—247, Prague 1957.

7. Miss prom. biol. E. KOCUROVÁ: "Notions dealing with the enlarged bacteriological analyses of the water from the artificial reservoirs Vír and Kníničky". Near the bottom much more bacteria were present than the open water. The numbers of anaerobes were inverse proportional to the oxygen content of the water.

8. Prom. biol. M. STRÁŠKRABA and prom. biol. S. FRANK: "The results of the hydrobiological investigations of the rivulets Lucina and Morávka with reference to the construction of dams." The fishes eating water invertebrates were responsible for their repartition in both rivulets. The reservoir on the Lucina-rivulet will be suitable probably for the carps. A paper is in press.

9. Mrs. prom. biol. A. SLÁDEČKOVÁ: "The problems of the quantitative determination of the periphyton." A survey of the methods of absolute as well as relative quantity with special reference to the use for work in the deep artificial reservoirs (Sedlice, Slapy) and with author's own experiences was given. This review will appear in the journal "*Biologie*".

10. Dr J. GABRIEL: "A monographic investigation of the reservoir Sedlice near Želiv. Introduction and the progress in 1954—1956." The director of the large staff of the Institute of Hygiene elucidated

the aim, commencements and the general trend of this research program (lectures no 10—22).

11. Dr J. ČUTA: "Dynamics of some chemical factors (B.O.D., organic matter, silicates etc.)". The chemical composition of the influent of the reservoir was changed during the storage and the effluent contained less organic matter, chlorides and manganese. The reservoir retained also from water organic as well as inorganic matter.

12. Mrs PhMr J. HANUŠOVÁ: "The dynamics of the sulphur." Two tributary water-flows carried different amounts of sulphate. After mixing a stratification appeared at the time of summer stagnation.

13. Mrs Dr. E. VOKOUNOVÁ: "The dynamics of the nitrogen compounds". A distinct stratification occurred in the deep part of the reservoir during summer as well as during winter stagnation. The paper is in print in the journal "*Archiv für Hydrobiologie*".

14. Dr. J. CHALUPA: "The dynamics of iron and phosphorus". 6,5 per cent of the iron carried by the influent was retained in the reservoir. As for the phosphorus, the balance was equalized, the same amount being in the influent as well as in the effluent. A big paper on this theme is under press in the same journal as indicated at the lecture no 2.

15. R. ČERVENKA: "The analyses of sodium, potassium and conductivity." The amounts of Na, K and conductivity in g/sec were linear functions of the quantity of the runoff water with exception of the time of campaign of the potatoes-industry, when the content of potassium was a very good indicator of pollution. The paper is in print in the same journal as at no 2.

16. Mrs Dr. L. MAŠÍNOVÁ: "The dynamics of water bacteria". The dependence of the quality and quantity of bacteria upon the quality of the influent was shown and their reduction or development in different parts of reservoir was traced.

17. Mrs PhMr M. ŽEŽULKOVÁ: "Water Actinomycetes in the reservoir." They were observed only in summer and their numbers increased from the water level to the bottom.

18. Prom. biol. J. POKORNÝ: "The dynamics of the biomass of bacteria." The method of cultivation of bacteria gave only 0,1 per cent of the numbers determined by the membrane filter technique.

19. Mrs PhMr M. VOTAVOVÁ: "The dynamics of the phytoplankton." 300 species, approximately, of the phytoplankton were determined, 16 ones being not previously recorded from Czechoslovakia. Their seasonal and local distribution is subject of a paper being in press in the same journal as lecture no 2.

20. Mrs Dr. E. ČERVENKOVÁ: "The dynamics of the zooplankton." Qualitative as well as quantitative analyses were described and a big

paper presented to press in the same journal as at no 2.

21. Prom. biol. M. ŠTĚPÁNEK: "The dynamics of the benthos and the mass developments of some other organisms (*Chlamydomonas*, *Mallomonas*, *Microcystis*, *Oscillatoria*)". The benthic community was quantitatively determined and an attempt was made to explain the cause of the algal blooms. A big paper in English is in press in the same journal as no 2.

22. Dr. J. GABRIEL: "The results of the investigation 1954—1956 and the general trend of the further research." The summary of the results obtained may be a fundament for the further work which has to control and to manage the water quality.

23. V. MIŠÍK: "The fishes of the river-basin of Váh at Piešťany with special reference to the construction of the dam at Madunice." A survey on the present state of the ichthyofauna was made and a concrete program of fishing and introduction of other species was given.

24. Ing. F. HAVLENA: "Experiences dealing with mass culture of plankton organisms". The author introduced according to the work of professor N. S. GAJEWSKAJA (Moscow) mass cultures of green unicellular algae and of *Daphnia* for purposes of pond management.

25. Dr. B. LOSOS: "The saprobiological evaluation of the rivulet Moravice". According to the benthic fauna and flora the author classified the purity and pollution. This lecture was a part of a paper published in the journal "*Acta universitatis agriculturae et silviculturae, Brno*", 1957 (1): 41—69.

26. Dr. M. ZELINKA: "The problems of toxicity of waste waters." The author gave his own experiences with the determination of toxicity under laboratory conditions and he proposed a simplified method using bacteria, algae, infusorians, *Tubificidae* and small fishes as testing organisms. The author believes that his method is acceptable for standardization. It will be published in the book, mentioned at the lecture no 3.

27. Dr. L. HANUŠKA: "Bioassay of the sulphite eluates." According to many results obtained at the determination of the toxicity of the wastes from the pulp and paper industry the author defined a new term "the inverse toxicity".

28. Z. CYRUS: "The natural methods for sewage treatment." An example of the use of lagooning for the second stage of treatment of industrial wastes from a textile factory was described.

29. Prom. biol. J. SÝKORA: "Biological conditions of the biofilters in the pilot plant for sewage treatment at Praha-Bubeneč." The author studied the growths formed in the biofilters since the beginning of an experimental operation. He estimated the weights of organisms on glass slides installed into the filters. The results are in press in the journal "*Voda*" (in Czech).

30. Ing. Dr. M. TRUELLE: "Wastes from pig farms." The author studied the chemical composition of waste waters and the efficiency of the methods for treatment applied at three pig farms in Bohemia.

31. Doc. Dr. J. HRBÁČEK: "Investigation methods for zooplankton in the studying of productivity". The author gave a survey of methods applied in the Department of Hydrobiology, Charles University. They will be published in a methodical course for undergraduates.

32. Dr. J. LELLÁK: "Investigation methods for makrozoobenthos in the studying of productivity". A new modification of the Ekman-Birge dredge was demonstrated making possible to differentiate the samples according to the various layers of the mud.

33. Z. CYRUS: "A proposal of standard methods for biological examinations of the water purity for the technical purposes." The selection of some simple biological methods serving for the not-research laboratories.

34. V. MUCHA, Member of the Academy: "The importance of some bacteriological methods for the evaluation of surface waters." The author gave a survey of new modifications of bacteriological methods perfected in the Division of Hygiene, Slovakian Academy of Sciences, Bratislava (Slovakia).

35. Miss professor Ing. Dr. J. HAMÁČKOVÁ and Ing. Dr. M. KOHOUT: "Standard methods for chemical analysis of water". Instructions for the determination of phenols in water were elaborated by a special committee directed by professor HAMÁČOVÁ

36. Doc. Dr. R. ŠRÁMEK-HUŠEK: "An attempt for more rapid determination of the saprobity by a simplified analysis of the spectrum of the microbiocenosis." The author proposed a method for studying the ciliates living in the sediments of different classes of water purity. His method is not absolutely quantitative, but with respect to the practical application rapid and convenient for comparison. A good knowledge of Ciliata is necessary. The paper was a part of an article published in the journal "*Acta soc. zool Bohemoslov.*" 20 (1): 75—85, 1956.

Some papers caused lively discussions and only few were accepted without comments. The conference agreed a resolution demonstrating the further tasks in the theoretical and applied hydrobiology in Czechoslovakia. The standardization of biological methods is one of the most urgent themes; hydrobiology has to assist at the purification of sewage and industrial wastes, at the stream sanitation, at the water supplying, at the rising of productivity of surface waters and at other occasions for cooperation with other scientific and technical branches. The scientific work in the fundamental research has to be continued.

At the occasion of the conference two excursions for a part of participants were arranged, the first one to the reservoir Slapy on the river Vltava, the second one to the reservoir Sedlice near Želiv on the river Želivka. A very well furnished field laboratory belonging to the Institute of Hygiene at Sedlice was visited for seeing not only the rooms, but also the new developed apparatus for continuous determination of water quality.

Adress of the reviewer:
Trojanova 13, Praha 2,
Czechoslovakia.



KAARLO JOHANNES VALLE

1887—1956

Personalia

Kaarlo Johannes Valle

in memoriam

Am 29. IX. 1956 starb in Turku der finnische Naturforscher K. J. VALLE, der vor kurzem in den Ruhestand getretene Zoologieprofessor der Universität Turku, in einem Alter von nicht ganz 69 Jahren. Er wurde in Jääski (Südostfinnland) am 29. X. 1887 geboren.

Professor VALLE hat eine sehr vielseitige und verdienstreiche Tätigkeit als Forscher wie als Lehrer geleistet. Nachdem er 1914 die Prüfung für den Grad eines Kandidaten der Philosophie bestanden hatte, wirkte er anfangs einige Jahre als Lehrer für Naturgeschichte, Geographie und Chemie an der Koedukationsschule von Kotka. Aber 1919 kehrte er nach Helsinki zurück, wo er erst als Assistent des Finnischen Fischereivereins, dann bei der Tietosanakirja OY (Konversationslexikon AG) tätig war. Während seines Aufenthaltes in Helsinki versah er auch eine Zeitlang die Tätigkeit eines Assistenten am Entomologischen Museum der Universität.

Als die Universität Turku ihr Wirken eingeleitet hatte und W. M. LINNANIEMI 1921 als erster Inhaber der dort gegründeten Professur für Zoologie berufen worden war, erhielt er 1922 als Assistenten K. J. VALLE, der getreulich als „rechte Hand“ des Universitätsprofessors diente und sowohl am Vermehren und Ordnen des Museums — insbesondere seiner umfassenden Insektensammlungen — als auch an der Unterrichtsarbeit, u.a. am Leiten von mancherlei Kursen, am Anleiten zu Aufsätzen und am Dozieren teilnahm.

Nachdem er 1927 in Turku das Examen für den Grad eines Lizentiaten der Philosophie abgelegt hatte und in demselben Jahre zum Doktor der Philosophie promoviert hatte, wurde er ordentlicher Hilfslehrer der Zoologie und im folgenden Jahre Dozent. — Als LINNANIEMI 1943 als Emeritus seinen Abschied nahm, wurde an seiner Statt VALLE in demselben Jahre als Professor der Zoologie an die Universität Turku berufen. Als einziger Professor in diesem Fache hatte er eine grosse Arbeitslast zu tragen, und auf den verschiedensten Gebieten dieses umfassenden Faches hatte er Unterricht zu erteilen.

Die wissenschaftliche Veröffentlichungstätigkeit VALLE's war ebenfalls ausserordentlich weit und vielseitig. Seine wertvollsten Leistungen sind zweifellos seine zahlreichen Untersuchungen über die Libellen. Einige dieser Veröffentlichungen sind zusammengefasst unter dem gemeinsamen Titel „Zur Kenntnis der Odonatenfauna Finnlands“ (I—VI, 1920—52) und sind in verschiedenen wissenschaftlichen Schriftenreihen erschienen. Die einen von ihnen enthalten Verbreitungsangaben, in anderen sind die Libellen gebietweise nach der von Botanikern benutzten Gebieteinteilung gruppiert worden, in weiteren werden Unterschiede zwischen nahe verwandten Arten dargelegt usw. Die letzte zu dieser Reihe gehörende, 1952 erschienene Veröffentlichung hat den Sondertitel „Die Verbreitungsverhältnisse der ostfennoskandischen Odonaten“ (Acta Ent. Fenn.), und sie enthält eine Zusammenfassung von allem, was man über die Verbreitung dieser Insekten in Finnland sowie Ost-Karelien und in Kola-Lappland weiss. In den Hauptzügen wird auch die Verbreitung von 50 in diesem Gebiet angetroffenen Libellenarten in der übrigen Welt dargetan, und es werden die topographischen, edaphischen, hydrographischen, klimatischen und verbreitungsgeschichtlichen Faktoren erwogen, die sich in der gegenwärtigen Verbreitung der Libellen in Ostfennoskandien haben auswirken können. Im Jahre 1938 veröffentlichte VALLE, auf seine dreissigjährige Erfahrung stützend, ein Werk mit dem Titel „Zur Ökologie der finnischen Odonaten“, das eine Übersicht über die Lebensweisen der Libellen, wie Flug, Flugzeiten, Begattung, Eierlegen, Stellen des Vorkommens von Larven usw., enthielt. Ferner hat er zahlreiche lokalfaunistische Schriften über Libellen veröffentlicht. Unter diesen ist besonders wertvoll eine 1945 vollendete Untersuchung über die Odonaten im Kirchspiel Viitasaari, eine Arbeit, die sich auf dort von VALLE in acht Sommern angestellte eingehende Beobachtungen gründet. Im Jahre 1943 veröffentlichte VALLE über die Larven dieser Insekten eine Übersicht mit anschaulichen Bestimmungstabellen. 1952 erschien in der auf finnisch herausgegebenen Reihe „Suomen Eläimet“ (Die Tiere Finnlands) ein Handbuch mit dem Titel „Sudenkorennot“ (Die Odonaten), in dem die Hauptpunkte seiner Untersuchungen über diese Insekten zusammengefasst sind. In kleinen Studien hat VALLE auch Odonaten von Südrussland, Mittelasien, Spanien und Marokko, den Kanarischen Inseln, Zypern und Nordamerika behandelt. Alles in allem bezeugen seine Odonatenuntersuchungen gründliches und vielseitiges Vertiefen in die Systematik, Morphologie, Ökologie und Verbreitung dieser Tiere sowie in die Struktur und die Lebensweisen ihrer früheren Entwicklungsstufen.

Doch hat VALLE auf verdienstvolle Weise auch andere Insektengruppen untersucht, vor allem Schmetterlinge, deren Morphologie

wie besonders auch Faunistik und geographische Verbreitung er in vielen Veröffentlichungen beleuchtet hat. Die bedeutendste von diesen dürfte das 1933 erschienene Werk „Die Lepidopterenfauna des Petsamogebiets unter faunistisch-zoogeographischer Berücksichtigung der Fauna ganz N-Fennoskandias“ sein. In seinen letzten Lebensjahren befasste er sich mit einer grossangelegten, aber unvollendet gebliebenen Arbeit über die Tagfalter Finnlands, einem Vorhaben, dessen Zweck es war, auf Grund eines umfassenden Materials ihre Verbreitung und die auf sie einwirkenden Bedingungen zu erhellen. Die von ihm gesammelten und von verschiedenen finnischen Forschern erhaltenen Angaben überliess er Fr. NORDSTRÖM zur Benutzung in dem von ihm 1955 veröffentlichten Werk „De fennoskandiska dagfjärilarnas utbredning.“ Ferner erschien von ihm in der Reihe „Suomen Eläimet“ 1935—46 ein 4bändiges wertvolles Handbuch über die Grossschmetterlinge Finnlands.

Neben den Insekten galt als zweitem Hauptgegenstand wissenschaftlichen Interesses VALLE die allgemeine Wasserfauna, die sich zwanglos mit seinen Libellenforschungen verband, da die Larven dieser Insekten bekanntlich im Wasser leben. Am bedeutendsten unter den Werken dieser Gruppe ist das mit dem Titel „Ökologisch-limnologische Untersuchungen über die Boden- und Tiefenfauna in einigen Seen nördlich vom Ladoga-See“, das 1927 und 1928 in zwei Teilen erschien; den ersten Teil benutzte er als akademische Dissertation. Dieses Werk gründet sich auf Untersuchungen über Tiere des Boden- und Tiefenwassers von 19 Seen, die in ihrem Vegetationstyp voneinander abweichen. Darin werden u.a. die Tiefe der Seen, die physikalischen Eigenschaften, der Sauerstoffgehalt des Wassers, die Beschaffenheit und Vegetation des Grundes usw. beachtet. Zum Untersuchungsmaterial gehören Vertreter u.a. aus den Gruppen der Würmer, Mollusken, Krebse, Eintagsfliegen und Mücken. Im ersten Teil werden allgemeinbiologische Fragen dargelegt, im zweiten die Fauna von See zu See besprochen. Eine 1936 erschienene Veröffentlichung heisst „Fortgeführte boden- und tiefenökologische Untersuchungen in einigen südostfinnischen Seen.“ Im Jahre 1927 veröffentlichte VALLE das Buch „Fischwasseruntersuchungen im Staatsrevier Evo“, in dem er die von ihm untersuchten Seen unter Berücksichtigung ihrer Eignung für das Züchten verschiedener Fischarten betrachtet.

Über Fische hat VALLE zwei hauptsächlich auf das Schrifttum gestützte, auf finnisch abgefasste Handbücher für Männer der Praxis geschrieben.

Auch einige kleine ornithologische Studien hat VALLE veröffentlicht, desgleichen einzelne botanische Werke. Zu diesen gehören ausser einigen lokalfloristischen Untersuchungen die 1927 auf fin-

nisch erschienene Arbeit „Suomen Nymphaea-lajit“ (Die Nymphaea-Arten Finnlands), in der er die drei in Finnland anzutreffenden Seerosenarten und ihre Hybriden beschreibt, sowie die 1929 herausgekommene Schrift „Können die südfinnischen Seen vermittelt der umgebenden Vegetation und Flora bonitiert werden?“, in der VALLE den Produktionswert einiger von ihm untersuchten verschiedenartigen Seen darlegt und ihn mit der Bonität der Flora- und Vegetationstypen der umgebenden Gebiete vergleicht.

Neben seinen wissenschaftlichen Arbeiten und seiner Lehrtätigkeit hat VALLE wissenschaftlichen Gesellschaften viel Zeit geopfert, vor allem der Zoologischen und Botanischen Gesellschaft von Turku, zu deren zentralsten führenden Persönlichkeiten er jahrelang gehört hat.

Seinen Schülern bewies er ausserordentlich grosse Freundlichkeit, geradezu Kameradschaftlichkeit, und er verstand sie besonders gut zu wissenschaftlicher Arbeit anzuregen. Im übrigen gehörten zu seinen Haupteigenschaften überaus grosser Fleiss und Ausdauer, die jeweils gesteckten Ziele zu erreichen.

UUNIO SAALAS

Bibliography

WECHSELTIERCHEN - RHIZOPODEN, TH. GROSPIETSCH

Kosmos Verlag — Stuttgart 80 p. 73 drawings, 51 microphotos, 9.80 D.M.

Of this small book we must say the same we did about DONNER'S „Rädertiere". In a nutshell the author gives an excellent and up to date survey of all the aspects of the Rhizopods: morphology, physiology, symbiosis, parasitism, technique, systematics, oecology, etc. In the whole we feel that a master has taken up the vast subject and condensed it to a handy volume. Those who are no specialists on Rhizopods but nevertheless want to have a good insight of this group when working in the hydrobiological field, will be delighted of having this little book at their disposal.

Very important are plates 1, 2 and 3 where the author provides 44 reproductions of microphotos. Plate 4 shows 6 reproductions of "phase-contrast" photos.

In many cases it is possible to determine up to the species.

For all those who do not want to specialize in Rhizopods but need a short, dependable and scientifically exact outline of this group, we recommend "Wechseltierchen", as it gives so much in a small compass.

The literature is subdivided in two kinds:

1. the general works and those useful for determining the species;
2. the specialized books, of which the author lists the most important and most recent ones.

A short glossary of technical terms is intended for German readers; yet it is quite useful to other nationals for distinguishing the most difficult German terms, which are seldom to be found in ordinary dictionaries.

P. v. O.

GAYRAL, P. & PANOUSE, J. B. - Quelques résultats d'une prospection de l'Aguetmame Abeghane *Compt. rend. Soc. Sc. phys. du Maroc*. 1954 N° 3 pp. 77—78.

GAYRAL, P. - Le milieu aquatique continental du Mara et sa flora algal. *Rapp. Ann. 1952 de la Station de Rech. Forestières de Rabat* 1953, pp. 163—183, map, 4 figg.

HAUER, J. - Rotatorien aus dem Plankton des Van-Sees. *Arch. f. Hydrobiol.* 1956, 53, 23—29.

- DEN HARTOG, C. - Het Roodwier *Hildenbrandtia Rivularis* in Zuid-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 1954, 43 e jG., N° 11 pp. 77—79, 1 fig.
- DEN HARTOG, C. - De verspreiding van *Bostrychia scorpioides* in Nederland *Natura. Kon. Ned. Nat. hist. Ver.* 1956, jg 53, nr 5 3 pp. 2 figg.
- DEN HARTOG, C. - Two new species of Hydrocharitaceae. *Acta Botanica Neerlandica* 1957, 6, 46—47.
- DEN HARTOG, C. - Speculations on the immigration of the Barnacle *Elminius modestus* in France. *Beaufortia Zool. Mus. Amsterdam* 1956, vol. 5, Nov 3, N° 56 pp. 141—142.
- DEN HARTOG, C. - Roodwieren van de Kwelders van Terschelling. *De levende Natuur.* 1955, jg 58, afl. 9, sept., pp. 169—173. 4 figg.
- DEN HARTOG, C. - Deux stations d'*Hildenbrandtia rivularis* en Bretagne. *Revue algologique* 1956, N° 3, décembre, pp. 194—195.
- HASLER, ARTHUR D. - Perception of pathways by fishes in Migration. *The quarterly review of biol.* 1956, vol. 31, N° 3, sept. pp. 200—209, 1 fig.
- HASLER, ARTHUR D. - Influence of Environmental Reference Points on learned orientation in fish (*phoxinus*). *Zeitschr. f. vergl. Physiol.* 1956, Bd 38, 303—310 3 figg.
- HASLER, ARTHUR D. & LARSEN, JAMES A. The Homing Salmon. *Scientific American* 1955, vol 193, N° 2 pp. 74—78, 3 figg.
- HUBAULT, ETIENNE & RUFFO, SANDRO - *Gammarus (echino gammarus) paucaudi* nov. sp. *Bull. de la Soc. zool. de France* 1956 t. LXXXI Nos 2—3, pp 99—106 2 planches.
- JONASSON, PETUR M. - The efficiency of sieving techniques for sam-Fresh-water bottom Fauna. *Oikos*, Einar Munksgaard København 1955, vol 6 fasc. 2 pp. 183—207 2 figg., 16 tables.
- JONASSON, PETUR H. - An improved funnel trap for capturing emerging aquatic insects. *Oikos, acta oecologia scandinavica.* 1954, vol. 5. fasc. 2, pp. 179—188 4 figg.
- JOHNSON, MARTIN W. - The Plankton of the Beaufort and Chukchi Sea Areas of the Arctic and its relation to the hydrography. *Arctic Institute of America. Techn. paper*, n° 1, 1956, 32 pp. 11 figg.
- HASLER, ARTHUR D. & KENNETH, J. R. - Observations on some Factors affecting the hatching of eggs and the survival of young shallow-Water Cisco, *Leucichtys Artedi*, LE SUEUR, in Lake Mendota, Wisconsin. *Limnology and Oceanography* 1956, vol i, N° 3, july, pp. 176—194 pp. 176—194, 6 figg.
- KERTÉSZ, G. - The Rotifers of the Periodocal Waters of Farnos. *Acta Zoologica, Ac. Scient. Hungaricae, Budapest* 1956, t. 11, fasc. 4, pp. 339—358 4 tables, 8 figg.
- KERTÉSZ, G. - Neuere Beiträge zur Systematik und Verbreitung von *Lecane ichtyoura* (ANDERSON SHEPARD), Rotatoria. *Zool. Anzeiger* 1955, Bd 154, Heft 9—10, pp 245.
- KERTÉSZ, G. - Die Anostraca-Phyllopoden derfigurgewässer bei Farnos. *Inst. f. Tiersystematik der Lorand Eötvös Universität, Budapest* 1954, pp 309—321, 7 figg 4 tabl.
- KRIEGER, W. & BOURRELLY, P. - Desmidiacees Vénézuéla. *Erg. dtsch. limn. Venez. Exp.* 1952, Bd 1 pp. 141—195, 12 pl.
- KUFFERATH, H. - Les algues et protistes des Mares de Chertal en 1952. *Inst. Royal Sc. nat. de Belgique* 1956, XXXII, N° 34, 39 pp;
- KUFFERATH, H. - Quelques algues des rapides de la Ruzizi à Bugarama. *Ac. Roy. des Sc. colon. Mem. in 8°* 1957, Tome V, fasc. 3, 62 p. pl.
- KUFFERATH, H. Compléments a la liste des publications de Walter Conrad

Protistologie et Algologie. Kon. Belg. Inst voor Natuurwetensch. 1955, d1 XXXI, N° 81, 2 pp.

KUFFERATH, H. - Algues et protistes du fleuve Congo dans le Bas-Congo et de son estuaire. Expédition océanographique belge dans les eaux côtières africaines de l'Atlantique sud 1948—1949). *Institut royal des sciences nat. de Belgique Bruxelles* 1956.

I. Algues et protistes du fleuve Congo au large de l'Île de Mateba.

II. Algues et protistes prélevés au large et dans les criques de Banana.

These are two parts of a work that will be completed in five parts. We will give a larger account when the work will be finished. For the moment the following very short data. The algal flora contains 46 species all of them freshwater-forms. 36 Chlorophyceae, 7 Diatomeae, 1 flagellata and 3 Schizophyceae. New are: *Chlorella homosphaera* SKUJA var. *minor*, *Gloconetium matebae*, *Scenedesmus matabae* *Raphidonema recta*.

In the second part: *Melosira Maréei*, *Synedra bananaensis*, *Caloneis alpestris* CLEVE f. *minuta*, *Nitzschia baculimata*, *Nitzschia hexagonata*, *Nitzschia curvirectangularis*, *Nitzschia fusulata*, *Nitzschia hexagonata* f. *minutissima*, *Nitzschia mammalifera*, *Nitzschia Maréei*, *Nitzschia microscula*, *Nitzschia spirilliformis*, *Bicoeca subsalsa*.

KUFFERATH, H. - Organismes trouvés dans les carottes de sondages et les vases prélevées au fond du Lac Tanganika. *Exploration hydrobiologique du Lac Tanganika* (1946—1947) Vol. IV fasc. III 1956, 74 pp. 7 pl.

New are: *Stephanodesmus astraea* f. *tanganika*, *Navicula kapimbiense*, *Nitzschia profunda*, *Nitzschia pseudosubrostrata*.

KUHN, O. & KÄHLING, J. - Augenrückbildung und Lichtsinn bei *Anoptich-tys jordanii* HUBBS und INNES. *Experientia*, Verlag Birkhäuser 1954, vol X, 9 pp. 385—392, 4 figg.

KUHN, O. & KOECKE, H. V. - Histologische Veränderungen der Fischkieme nach Einwirkung im Wasser enthaltener schädigender Substanzen. *Zeitschrift f. Zellforschung* 1956, Bd 43, pp 611—143, 11 figg.

LINDBERG, K. - Grottes et spéléologie en Suède, *Rassegna speleologica italiana* 1956, anno VIII, fasc. 3—4, sept. pp. 194—204, 5 photos.

LINDBERG, K. - *Monoculus quadricornis rubens* L. JURINE 1820, synonyme *Cyclops strenuus* S. FISCHER, *Bull. Soc. Zool. de France* 1956, LXXXI, pp. 115—120.

LINDBERG, K. - Crustacés copepodes comme ennemis naturelles de larves d'Anophèles. *Bull. Soc. Pathol. exot.* 1949, N° 5—6, 42, pp. 178—179.

MANN, K. H. - A study of the Oxygen Consumption of five Species of Leech. *The journal of experimental biology.* 1956, vol. 33, n° 3, pp 615—626, 7 figg.

MARLIER, G. - Le Ndakala, poisson pélagique du Lac Tanganika. *Bull. Agric. Congo belge* 48, 1957, 409-422, 1957, 16 pp 1 photo, 2 graph.

MATHIESEN, HANS & NIELSEN JOHS. - Botaniske undersøkelser i Randers Fjord og Grund Fjord. *Botanisk Tidsskrift, Kobenhavn* 1956, 53, 1—34, 12 figg. 6 tables.

MICROWERELD - Orgaan van de Nederlandse Vereniging voor Microscopie. 1957, jg XII, afl. 6, juni pp. 255—274.

MOON, H. P. - The Distribution of *Potamopyrgus jenkinsi* (E. A. SMITH) in Windermere. *Dept Zool. Un. Coll. Leicester.* 1955, pp. 105—108, 1 fig.

NEJEDLIJ A. & PELZ, J. - k otázce vlivu proudění na průběh samočistění toků. *Vodní Hospodarství* 1957, Tislo 4, 6 pp. 6 figg.

- NURSALL, J. R. - The lateral Musculature and the Swimming of Fish. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 1956, 126, pp. 127—143, 9 figg.
- NYGAARD, GUNNAR - A new Diatom species and two new varieties from plankton in Lake Tasermatsiag. *Medd. om Gronland* 1954, pp. 311—313, *Prot. Int. Ass. of theor. and appl. Limn.* 1955, vol. XII, pp. 447-454, 3 figg.
- NYGAARD, GUNNAR - On the productivity of five Danish waters. *Proc. Intern Assoc. theoret. and appl. Limn.* 1955, XII, 123—133.
- OHLE, WALDEMAR - Sulfat als „Katalysator“ des limnischen Stoffkreislaufes vom Wasser. Verlag Chemie, Weinheim, 1954, pp. 13—32, figg.
- OHLE, WALDEMAR - Ionenaustausch des Gewässersedimente. *Mém. Ist. Ital. Idrobiol.* 1955 suppl. 8, pp. 221—245, 10 tabl.
- OHLE, WALDEMAR - Bioactivity, Production and Energy Utilization of Lakes *Limnology & Oceanography*, vol 1, N° 3, July pp. 139—149.
- PÓNYI, L. - Neue Hydrachnellen-Arten aus Ungarn. *Annales historionaturalis musei nationalis hungaria* 1956, t. VII p. 443-450, 15 figg.
- RØEN, ULRİK - Results from the Danish Expedition to the French Cameroons 1949—50, XI, Entomostraca. *Bull. de I.F.A.N.* 1956, T XVIII, Série A, N° 3 pp. 913—925, 37 figg.
- RØEN, ULRİK - On the number of eggs in some free-living freshwater copepods. 5 figg.
- RØEN, ULRİK - Om smakrebsfaunaen i en jydsk, oligotroph sø, Langsø i Grane plantage, med et fun af Eucyclops lilljeborgi (G. O. Sars) ny for Danmark. *Flora og Fauna*, 1954, pp. 11—18, 2 figg.
- SCHILLER, JOSEF - Die Mikroflora der roten Tümpel auf den Koralleninseln „Los Aves“ im Karabischen Meer. *Erg. dtsh. limn. Venezuela Exp.* 1952, Bd I, pp 197—216, 10 figg.
- SCOTT, A. M. & G. W. PRESCOTT - Notes on Indonesian Freshwater Algae. *Ichthyodontum*, a new desmid genus from Sumatra. *Reinwardtia*, 1956, 105—112. Description and figure of *Echthyodontum* n. gen., *I. sachlanii* n. sp. with *pororthium* n. var.
- VAN HEYNINGEN, H. E. - A study on the food of some Daphniidae. *Kobenhavn's Univ. Fersvandsbiologiske Laboratorium, Hillerød*, 1954, 14 pp. 5 figg.
- VISSERIJ NIEUWS - Maandblad van de Directie der Visserijen. 1957, 11, 12 9e jaarg. 1957 1, 2, 10de jaarg.
- YAMAMOTO, KOKICHI - Preliminary Studies on the Rotatorian Fauna of Korea. *Pacific Science*, 1953, vol. VII, N° 2, April, pp. 151—164 pls 3, figg. 5.
- YAMAMOTO, KOKICHI - Rotatorian Fauna of Ozegahara with Description of Two new Species. *Annot. Zool. japonenses*, 1953, Vol 26, N° 1 march, pp. 14—19, 9 figg.
- YAMAMOTO, KOKICHI - Preliminary Notes on the Rotifer Faunae of some Moorlands in Japan. 1955, Vols. 16—19, pp. 152—157, 3 figg.
- YAMAMOTO, KOKICHI - Rotatoria and Rhizopoda of Ozegahara and its Neighbourhood. 1954, pp. 831—840, pl. 3.
- YAMAMOTO, KOKICHI - A new Rotifer (Order Pluma) from Japan. *Ann. Zool. Jap.* 1955, vol. 28, N° 1, march pp. 33—34. Description of *Lecane latissima* n. sp.
- ALLEN, K. R. and B. T. CUNNINGHAM. New Zealand Angling 1947—1952 (1957) New Zealand Marine Department Fisheries Bullet. N° 12.
- AUSTRALIAN JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 1957, N° 4. Very interesting Journal on this matter.
- VAN BEMMEL, A. C. V. - 1957 - Vissoorten, die uit de Nederlandse fauna dreigen te verdwijnen. *De Levende Natuur* 60, 109—114.

- DAS, S. M. and V. K. SRIVASTAVA, - 1955 - Flowering of *Volvox* in a Freshwater Lake in Lucknow; *India Current Science* 24, 342—343.
- DAS, S. M. - 1956 - Hormones and Reproduction in Ascidians. *Proc. nat. Acad. Sc. (India)* 26, 159—162.
- DAS, S. M. - 1948 - The Physiology of excretion in Molgula (Tunicata, Ascidiacea). *Biol. Bull.* 95, 307—319.
- DAS, S. M. and S. K. MOITRA, - 1955 - Studies on the food of some Common Fishes of Uttar Pradek, India. I. The Surface-feeders; the Mid feeders and the Bottom-feeders. *Proc. Nat. Acad. Sc. India* 25, Sect. B 1—6.
- DAS, S. M. and S. K. MOITRA, - 1956 - Studies on the food of some common Fishes of Uttar Pradek, India. II. On the types of fish-food and the variations in the relative length of the alimentary canal, with a description of the latter. *Proc. Nat. Acad. Sc. India, Allahabad* 26, Sect. B. 213—223.
- DAS, S. M. and S. K. MOITRA, - 1956 - Studies on the food of some common Fishes of Uttar Pradek, India. III. Comparative anatomy of the alimentary tract and its modifications in relation to feeding habits. *Proc. Nat. Acad. Sc. India, Allahabad* 26 Sect. B. 224—233.
- DESMALY-FELLER, M. J. - 1957 - Gametophytes et gamétogénèse dans le genre *Marsilea*. *La Cellule, Louvain* 58, 171—207.
- DRESSCHER, TH. G. N. - 1957 - Rapport over de toestand van het oppervlaktewater binnen de Gemeente Amsterdam.
- ENGEL, H. and EALES, N. B. - 1957 - The Species of *Aplyssia* belonging to the subgenus *Tullia* *Pruvot-Fol* 1933. *Beaufortia* 6, N° 69, 83—114.
- ERTL, M. - 1956 - Jahreszeitliche Veränderungen der Brunnenorganismen in Verhältnis zur Oberflächen-Verunreinigung der Brunnen. *Biologica Universitas Carolina* 3, 109—131.
- ERTL, M. - 1956 - Kritische Bermerkungen über *Diffugia leidyi* WAILES (Deutsche Zusammenfassung). *Biologia Casopis Slovanskey Akademie Vied* 11, 423—429.
- FRESHWATER BIOLOGICAL ASSOCIATION. Twenty-fifth Annual Report for the Year ended March 1957. 1—64.
- GAYRAL-ENGERBAND, P. - 1954 - Recherches phytolimnologiques au Maroc. Thèse Université de Paris 1—306.
- Important work on sub-tropical limnology.
- DEN HARTOG, C. en VAN ROSSUM, E. - 1957 - De bloedzuiger *Trocheta Bykowskii*. *De Levende Natuur* 60, 228—233.
- HOEDEMAN, J. J. - 1957 - Notes on the Ichthyology of Surinam (Dutch Guiana) 4 additional records of Siluriform Fishes. *Beaufortia* Vol. 6 N° 71, 147—160.
- HÖFLER, K. - 1957 - Thioninfärbbarkeit der Zellmembranen von Süßwasser-algen. *Protoplasma* 48, 522—534.
- HÖFLER, K. und A. DISKUS, - 1957 - Vitalfärbungen mit Nilblau und Brillant-cresylblau. *Protoplasma* 48, 429—451.
- HORI, S. kaj YAMAMOTA, M. - 1956 - Scenedesmoj (Scenedesmus) en la lagoj Tartara-numa kaj Yo-numa. *Sc. Rep. Gunna University* 5, 1—3.
- HUET, M. - 1957 - Dix années de Pisciculture au Congo-Belge et au Ruanda-Urundi. Compte rendu de mission piscicole. Station de Recherches des Eaux et Forêts, Groenendaal-Hoeilaert, Belgique. Sér. D. N° 22, 109 p. 110 fig.
- INSTITUTE OF FRESHWATER RESEARCH DROTTHINGHOLM, Sweden. Report 38 1957. From the contents: TH. LINDSTRÖM: Sur les planctons crustacés

- de la zone littorale. OL. WALLIN: On the growth Structure and Development Physiology of the Scale of Fishes, a.O. 1—447.
- JOLY, A. B. - 1957 - Contribução ao conhecimento da flora ficologica marina da Baia de Santos e Arredores. *Universidade de Sao Paulo. Bol.* 217, *Botanica* 14, 196 p. 19 pl.
- KERTÉSZ, G. - 1954 - A new anostraca species belonging to the genus *Pristicephalus* (Phyllopoda). *Acta Zoologica Acad. Hungaricae* 193—198, 11 fig.
- KOMAREK, J. - 1955 - Some interesting Blue-green Algae from Bulgarian Coast of Black sea near Burgas. Summary in English. *Biologica Universitas Carolina* 2, 92—123.
New species *Synechococcus salinarum*; *Pseudocapsa maritima*; *Oscillatoria bulgarica*.
- KOMAREK, J. - 1956 - New hormogenous Blue-green Algae. Abstract in English *Preslia* 28, 369—379.
Diagnoses in latin. New species *Scytonema pratii*, *Microchaete brunnescens*, *Lyngbia rimosa*.
- LAUFF, G. H. - 1957 - Some aspects of the physical limnology of Grand Traverse Bay. Great Lakes Research Institute. *Univ. of Michigan. Ann. Arbor Publ.* N° 2, 1—56.
- LEENTVAART, P. - 1957 - Observations on the populations of Plankton and Micro-organisms in an old cut-off from the River Waal. *Beaufortia* 5, 205—221.
- LINDBERG, K. - 1957 - Le groupe *Cyclops Rubens*. Révision du genre *Cyclops* s. str. (O. F. MULLER 1770) Crustacés copepodes.
Splendid thorough study.
- MUNDIE, J. - 1956 - Emergence traps for aquatic Insects. *Int. Verein theor. u. angew. Limnol. Mitt.* 7, 1—13.
- PITT, T. K., E. T. GARRIDE and R. L. HEBURN. Temperature selection of the Carp (*Cyprinus Carpio* LINN.). *Canad. J. Zool.* 34, 555—557.
- POST, E. - 1957 - Weitere Daten zur Verbreitung des Bostrychietum VI. *Arch. Protistenk.* 102, 84—112.
- SCILLER, J. and DISKUS, A. - 1955 - Ueber ein neues Amphidinium von einer Laguneninsel bei Venedig. *Anz. math.-naturw. Klass Oesterr. Akad. Wissensch.* N° 9 100—103.
- SIEMINSKA, J. - 1956 - Two kryobionts in the Tatras new for Poland and Europe (in Polish). *Acta soc. Botan. Poloniae* 25, 513—515.
- STOCK, J. H. - 1957 - The Pycnogonid family. Austrodecidae. *Beaufortia* 6, N° 68 1—81.
- STOUT, J. D. - 1955 - Environmental factors affecting the live history of three soil species of *Colpoda* (Ciliata). *Trans. roy. soc. New-Zealand* 82, 1165—1188.
- STOUT, J. D. - 1956 - Reactions of Ciliates to environmental factors. *Ecology*, 37, 173—191.
- TAIT, J. S. - 1956 - Nitrogen and Argon in Salmonoid Swimbladders. *Canad. J. Zool.* 34, 58—62.
- TEILING, E. - 1956 - On the variation of *Micrasterias mahauleskwarensis* f. *Wallichii*. *Botaniska Notis.* 109 fasc 2, 260—274, 33 figg.
- TEILING, E. - 1957 - Some little known Swedish Phytoplankters. *Sv. Bot. Tids.* 51, 207—222.
- TEILING, E. L'authentique *Staurodesmus dejectus* (BRÉB.) 8me Congr. Intern. Botan. 128—129.
- TEILING, E. - 1955 - *Peridinium gatunense* Nyg. i. Sverige. *Sv. Botan. Tids.* 49, 240—246.

CONTENTS

J. T. SPAAS & M. J. HEUTS: Contributions to the Comparative Physiology and Genetics of the European Salmonidae. II. Physiologie et génétique du développement embryonnaire	1
BARBARA M. GILCHRIST: The Oxygen Consumption of <i>Artemia salina</i> (L.)	27
A. SERFATY & P. RAYNAUD: Le réflexe aéro-cardiaque chez la carpe commune (<i>Cyprinus Carpio</i> L.) et le phénomène d'échappement	38
ALENA SLÁDEČKOVÁ & V. SLÁDEČEK: Der Aufwuchs auf den Kühltürmen der Dampfkraftwerke und einige einfache Abhilfemassnahmen	43
M. LEFEVRE: Contribution à la connaissance des bactéries des collections d'eau stagnantes et de leur rôle en hydrobiologie	55
V. SLÁDEČEK: The Fourth Conference of Czechoslovakian Hydrobiologists	73
Personalia: KAARLO JOHANNES VALLE in memoriam, by U. SAALAS	79
Bibliography	83

Prix d'abonnement du tome XII

fl. holl. 45.—

Subscribers price for volume XII

Dutch fl. 45.—

Abonnementspreis für Band XII

Holl. fl. 45.—